



Eliana Kelly Pareja **Composição florística, diversidade e estoque de carbono do cerrado *sensu stricto* de Palmas, Tocantins, Brasil**

Floristic composition, diversity and carbon stock in the cerrado *sensu stricto* Palmas, Tocantins, Brazil



Eliana Kelly Pareja

Composição florística, diversidade e estoque de carbono do cerrado *sensu stricto* de Palmas, Tocantins, Brasil

Floristic composition, diversity and carbon stock in the cerrado *sensu stricto* Palmas, Tocantins, Brazil

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Biologia e Ecologia das Alterações Globais, realizada sob a orientação científica do Doutor Paulo Silveira, Professor auxiliar do Departamento de Biologia e CESAM da Universidade de Aveiro, Portugal e sob a coorientação do Doutor Erich Collicchio, professor adjunto da Universidade Federal do Tocantins. Convênio UA/UFT/Governo do Estado – Fundação de Amparo a Pesquisa do Tocantins, FAPT, Tocantins, Brasil

Citações e Referências bibliográficas realizadas conforme normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 10520 – Informação e Documentação – Citações (2002); NBR 6023 – Informação e Documentação – Referências (2002). Esta tese foi escrita de acordo com normas brasileiras da língua portuguesa.

Apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia e do Fundo Social Europeu no âmbito do III Quadro Comunitário de Apoio e por fundos nacionais do Ministério da Educação e Ciência (bolsa de doutoramento SFRH / BD /. 51032/2010).

Apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Tocantins, FAPT, Tocantins, Brasil.
Apoio financeiro Instituto Ecológica, projeto ECOTROPICAL.

A minha filha Kyara
que, mesmo pequena, admira a
natureza, os animais e as flores.

O júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel Martins da Costa
professor catedrático do Departamento de Economia, Gestão Eng.^a Industrial.

Prof.^a Doutora Maria da Luz da Costa Pereira Mathias
professora catedrática do Departamento de Biologia Animal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Prof. Doutor Amadeu Mortágua Velho da Maia Soares
professor catedrático do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Eduardo Mendes da Silva
professor associado IV do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia

Prof. Doutor João José Pradinho Honrado
Professor auxiliar do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Prof. Doutor Paulo Cardoso da Silveira
Professor auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.
(orientador)

Prof. Doutor Erich Collicchio,
professor adjunto da Universidade Federal de Tocantins
(coorientador)

Prof. Doutor Raúl Salas Gonzalez
Professor adjunto do Departamento de Recursos Florestais do Instituto Politécnico de Coimbra.

Agradecimentos

A Deus, pela minha vida e por seu amor, que é incondicional.

A minha família, pelo incentivo à minha vida acadêmica.

Ao meu esposo Keidy, que tanto amo, pelo carinho e ajuda com nossa filha Kyara nas horas de estudo e por suportar as longas viagens para as disciplinas.

Ao Professor Amadeu Soares, pela oportunidade e, principalmente, pela sua disponibilidade em conduzir as coisas de forma simples, rápida e eficiente.

Aos meus orientadores, Paulo Silveira e Erich Collicchio, pela orientação e sugestões tão importantes para finalização deste trabalho.

Ao Divaldo Rezende e Stefano Merlin, pela grande contribuição na formação da minha vida profissional, pois aprendi e aprendo muito com vocês.

Ao Instituto Ecológica, pelos 12 anos de trabalho e enriquecimento pessoal e profissional.

Aos meus colegas de doutoramento, pelas alegrias compartilhadas.

A todos que contribuíram com os trabalhos de campo e análises, e aos diretores, supervisores, gerentes e oficiais responsáveis pelas áreas onde foram realizados os estudos para este trabalho.

Palavras-chave

Cerrado, diversidade florística, carbono, mudanças climáticas.

Resumo

O objetivo deste trabalho é o de inventariar a flora e estimar o estoque de carbono acima do solo da vegetação lenhosa do cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins. Realizou-se o inventário florestal em 10 parcelas de 20x50 m, totalizando 1 hectare. Foi estimada a altura da planta, obtida por régua telescópica graduada de 15m e o diâmetro de base, quando maior ou igual a 5cm ($Db \geq 5cm$), medido a 30 cm do solo com fita métrica. Todos os indivíduos em pé, vivos e mortos, foram registrados e identificados segundo família, gênero e espécie. Quando a identificação no campo não era possível, esta foi feita no Herbário da Fundação Universidade do Tocantins (UNITINS – HUTO). Os resultados apresentaram densidade de 1.272 indivíduos arbóreo-arbustivos, 1.230 vivos e 42 mortos em pé, distribuídos por 68 espécies, 57 gêneros e 33 famílias. O índice de diversidade (H') foi de 3,45 nats/indivíduo e a equabilidade (J') de 0,81, sendo esses valores considerados superiores a outros estudos com Bioma Cerrado no Brasil. O estoque de carbono foi estimado com base na equação alométrica desenvolvida para cerrado *sensu stricto*, onde: $EC = -0,24564 + 0,01456.Db^2.H$. O estoque da serrapilheira foi obtido através da diferença entre o peso fresco e o peso seco e a concentração de carbono foi de 51% do peso seco. O estoque de carbono total acima do solo, considerando árvores vivas e mortas em pé e serrapilheira, foi de $23,78 t.ha^{-1}$. As espécies dominantes são *Qualea parviflora*, *Myrcia selowiana*, *Caryocar coriaceum*, *Sclerolobium paniculatum*, *Qualea grandiflora* e *Byrsonima crassa*, *Salvertia convallariaeodora* e *Davilla elliptica*. Esses resultados demonstram a considerável capacidade de estoque de carbono desta fitofisionomia para contribuir expressivamente com a redução do efeito das mudanças climáticas através da contenção do desmatamento no Bioma Cerrado brasileiro. Neste sentido, sugere-se que o cerrado *sensu stricto* do município de Palmas sirva de referência para o inventário florístico e o estudo do estado de preservação natural das Unidades de Conservação (UCs) e para o fortalecimento de políticas e ações para a região central do estado do Tocantins.

Keywords

Cerrado, floristic diversity, carbon, climate change.

Abstract

The aim of this study is to inventory the floristic richness and to estimate the carbon stock of above-ground woody biomass of the Cerrado *sensu stricto* in the municipality of Palmas, Tocantins. Forest inventory was conducted in 10 plots of 20x50m, totaling 1 hectare. The total height of the plant was measured, obtained by the use of a 15m graduated telescopic ruler and the diameter of the trunk base at 30 cm above-ground, when bigger than or equal to 5cm ($Db \geq 5cm$). All standing individuals, either alive or dead trees, were catalogued and identified according to their family, genus and species. When identification in the field was not possible, samples were collected and inventoried at the Herbarium of the University at Tocantins (UNITINS - HUTO). The results showed a density of 1272 arboreal-shrub individuals, 1230 alive and 42 dead standing, distributed by 68 species, 57 genus, and 33 families. The diversity index (H') was 3.45 nats/individual and equability (J') of 0.81, and these values are considered higher than those obtained in other studies of the biome Cerrado in Brazil. The carbon stock was estimated based on allometric equation developed for Cerrado *sensu stricto* where: $EC = -0.24564 + 0.01456 Db^2.H$. The forest litter stock was obtained from the difference between the fresh weight and dry weight and carbon concentration was 51 % of the dry weight. Total above ground carbon stock, considering living and dead standing trees and litter, was 23,78 t.ha⁻¹. The dominant species are *Qualea parviflora*, *Myrcia selowiana*, *Caryocar coriaceum*, *Sclerolobium paniculatum*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima crassa*, *Salvertia convallariaeodora* and *Davilla elliptica*. These results demonstrate the outstanding carbon storage capacity of this kind of botanical physiognomy to contribute significantly to the reduction of climate change through the reduction of deforestation in the state of Tocantins. In this sense, it is suggested the use of the biome Cerrado (Savannah) of the Palmas municipality as a reference for the floristic inventory and the study of the conservation status of protected areas (PAs), for the strengthening of policies and actions in the central region of Tocantins state.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de distribuição dos Biomas Brasileiros	14
Figura 2: Distribuição do Bioma Cerrado no Brasil	15
Figura 3: Mapa demonstrativo dos tipos de vegetação do Bioma Cerrado	16
Figura 4: Mapa das Unidades de Conservação no Bioma Cerrado	20
Figura 5: Mapa do Bioma Cerrado e a distribuição das áreas com vegetação (verde) e desmatamento acumulado até 2008 (vermelho)	22
Figura 6: Unidades de Conservação do Cerrado no Tocantins	24
Figura 7: Localização das áreas onde foram implantadas as 10 parcelas experimentais no município de Palmas, Tocantins, em julho de 2013	47
Figura 8: Distribuição do número de indivíduos por família amostradas nas 10 parcelas em Cerrado <i>sensu stricto</i> no município de Palmas, Tocantins	57
Figura 9: Espécies mais frequentes do Cerrado <i>sensu stricto</i> no município de Palmas, Tocantins	59
Figura 10: Dendrograma de análise de agrupamento da distância média (UPGMA), 2014.....	63
Figura 11: Curva espécies-áreas do Cerrado <i>sensu stricto</i> do município de Palmas, Tocantins, 2014.....	64
Figura 12: Estoque de carbono das espécies mais representativas do Cerrado <i>sensu stricto</i> no município de Palmas, Tocantins.....	85
Figura 13: Porcentagem do estoque de carbono das árvores vivas e mortas em pé em função das classes de diâmetro de base, no Cerrado <i>sensu stricto</i> de Palmas, Tocantins.....	86
Figura 14: Quantidade de estoque de carbono por parcela experimental no município de Palmas, Tocantins	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Listagem florística organizada por ordem alfabética de família, gênero e espécie das 10 parcelas, no Cerrado <i>sensu stricto</i> do município de Palmas, Tocantins, em julho de 2014.....	54
Quadro 2: Resultados do levantamento do número de Famílias, Gêneros e Espécies por parcela amostrada do Cerrado <i>sensu stricto</i> do município de Palmas, Tocantins, julho de 2014.	60
Quadro 3: Resultado da densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), índice de valor do indivíduo (IVI) e índice de valor de cobertura (IVC), para as espécies encontradas no Cerrado <i>sensu stricto</i> no município de Palmas, Tocantins.....	79
Quadro 4: Resultados da densidade absoluta (DA) e da estimativa do estoque de carbono total (EC), por espécie e por indivíduo vivos e mortos em pé, obtidos no Cerrado <i>sensu stricto</i> do município de Palmas, Tocantins	81
Quadro 5: Estoque de carbono das árvores vivas e mortas em pé em função das classes de diâmetro e número de indivíduos no Cerrado <i>sensu stricto</i> de Palmas, Tocantins	85

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1 CERRADO: ASPECTOS GERAIS, FLORÍSTICA E ESTOQUE DE CARBONO .	14
1.1 OS BIOMAS BRASILEIROS.....	14
1.2 O BIOMA CERRADO.....	15
1.2.1 Aspectos gerais e da florística do Cerrado	15
1.2.2 Política de conservação do Cerrado	18
1.2.3 Expansão do setor agropecuário no Cerrado.....	20
1.3 O CERRADO NO ESTADO DO TOCANTINS.....	22
1.4 O CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> DO TOCANTINS.....	24
1.5 ALTERAÇÕES GLOBAIS E ESTOQUE DE CARBONO	26
1.5.1 Alterações climáticas globais	26
1.5.2 Estimativa da biomassa vegetal e estoque de carbono	29
1.6 REFERÊNCIAS	33
2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DO CERRADO	
<i>SENSU STRICTO</i> NO MUNICÍPIO DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL.....	42
RESUMO.....	42
ABSTRACT	42
2.1 INTRODUÇÃO	43
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
2.2.1 Caracterização da área de estudo.....	46
2.2.2 Descrição das áreas experimentais e demarcação das parcelas.....	46
2.2.3 Coleta de dados	51
2.2.3.1 Inventário da vegetação.....	51
2.2.3.2 Análise dos dados.....	51
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
2.3.1 Riqueza e composição florística	54
2.3.2 Diversidade e equabilidade florística	61
2.3.3 Similaridade florística	62
2.3.4 Esforço amostral	64
2.4 CONCLUSÃO	65
2.5 REFERÊNCIAS	66

3 ESTOQUE DE CARBONO ACIMA DO SOLO DO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> NO MUNICÍPIO DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL.....	71
RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	71
3.1 INTRODUÇÃO	72
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	75
3.2.1 Caracterização da área de estudo, descrição das áreas experimentais e demarcação das parcelas.....	75
3.2.2 Coleta de dados	75
3.2.2.1 Inventário da vegetação.....	75
3.2.2.2 Caracterização da vegetação lenhosa arbóreo-arbustiva.....	76
3.2.2.3 Estimativa da biomassa e do estoque de carbono acima do solo	76
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
3.3.1 Caracterização da vegetação lenhosa arbóreo-arbustiva	78
3.3.2 Estoque de carbono acima do solo	81
3.4 CONCLUSÕES	89
3.5 REFERÊNCIAS	90
4 CONCLUSÃO GERAL.....	94
ANEXOS	96
ANEXO 1 – QUADRO COM RESULTADO DOS PARAMENTROS ANALISADOS POR PARCELA EXPERIMENTAL NO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> EM PALMAS, TOCANTINS, JULHO DE 2014.....	97
ANEXO 2 – IMAGENS DO TRABALHO DE CAMPO PARA COLETA DE DADOS NO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> NO MUNICÍPIO DE PALMAS, JUNHO DE 2014	98

INTRODUÇÃO GERAL

Levando em consideração a riqueza biológica e a alta pressão antrópica, o Cerrado atualmente é reconhecido como uma das 25 áreas do mundo consideradas críticas para conservação (MMA, 2002). Fisionomicamente, mesmo quando não é perturbado por fogo, diferentes atividades como corte e pastoreio ocorrem em todas as camadas lenhosas, de floresta fechada, nas formas intermediárias, até no campo limpo graminoso (EINTEN, 2001).

O Cerrado *sensu stricto* é sua fisionomia mais comum, sendo considerada como formação savânica e caracterizada pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidência de queimadas (RIBEIRO; WALTER, 1998). Sua flora é composta por dois grupos de espécies: aquelas da camada lenhosa, que varia de 3-5 m de altura, com cobertura arbórea de 10 a 60%; e da camada rasteira, com predominância de gramíneas (EITEN, 2001; FELFILI *et al.*, 2002). Por ocupar terrenos planos de solos profundos, favoráveis à agricultura mecanizável, o Cerrado *sensu stricto* está desaparecendo, tendo em vista as boas condições físicas do solo para abrigar construções civis e outras atividades antrópicas (FELFILI *et al.*, 2002).

Devido à grande distribuição espacial das espécies e à variedade de mosaicos apresentados por essa fisionomia, estudos comparativos entre amostras de diferentes localidades do bioma ainda são escassos e evidenciam carência de dados (FELFILI *et al.*, 1993; FELFILI *et al.*, 1994; CASTRO, 1994; RATTER *et al.*, 2000). Porém estudos sobre a florística e a fitossociologia do Cerrado *sensu stricto* realizados por diversos autores em diferentes localidades (RIZZINI, 1963; HERINGER *et al.*, 1977; RIBEIRO; SILVA; BATMANIAN, 1985; FELFILI; SILVA-JUNIOR, 1992; MARIMON *et al.*, 1998; NUNES, 2001; ANDRADE *et al.*, 2002) demonstram certo conhecimento sobre a vegetação.

Sobre a produtividade lenhosa desse Bioma em termos de volume e biomassa, muito pouco se conhece ainda e, em contraponto a esse fator, nos últimos anos, o Cerrado tem sido alvo de uma acelerada taxa de destruição, em que aproximadamente 80% da superfície do Cerrado já foram convertidos em pastagens cultivadas, lavouras e áreas urbanas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Recentemente, com o crescente aumento das concentrações do CO na atmosfera e o seu efeito potencial sobre o clima, muitas pesquisas têm sido direcionadas para estudos visando a obter estimativas sobre a contribuição de cada ecossistema na absorção do carbono atmosférico. Sabe-se do importante papel que as formações vegetais desempenham no ciclo

global do carbono, porém os estudos sobre a quantificação do estoque de carbono e as taxas de sequestro de carbono nos diferentes biomas brasileiros ainda são incipientes, sendo o Bioma Amazônico o mais estudado nesse sentido (FEARNSIDE; GUIMARÃES, 1996).

Para o Cerrado, bem como para o cerrado *sensu stricto*, estimativa de estoque de carbono foram determinadas por diferentes autores, como: Rosa, (1990), Kauffman, Cummings e Ward, (1994), Rezende, (2002), Rezende e Felfili (2004), Paiva, Rezende e Pereira (2011). No entanto, é importante o desenvolvimento de estudos visando à obtenção de estimativas mais precisas do estoque de carbono nas diferentes fitofisionomias do Cerrado e a inclusão dessas estimativas em modelos de manejo florestal com a finalidade de conservar o Bioma.

Diante do exposto, o presente trabalho foi dividido em três capítulos: o capítulo 1 refere-se a uma revisão de literatura dando ênfase ao Bioma Cerrado e Cerrado *sensu stricto*, bem como aos aspectos das mudanças climáticas globais e ao estoque de carbono. Os capítulos 2 e 3 abordam a Composição florística, riqueza e diversidade do Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, Tocantins, Brasil e o Estoque de carbono acima do solo do Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, Tocantins, Brasil.

Este trabalho apresenta uma conclusão geral no final dos capítulos, ressaltando que os principais resultados obtidos poderão subsidiar discussões a respeito da influência da vegetação nativa sobre as mudanças do clima, bem como auxiliar na formulação das Políticas de Mudanças Climáticas e na criação e manejo de Unidades de Conservação do estado do Tocantins.



CAPÍTULO 1

CERRADO: ASPECTOS GERAIS, FLORÍSTICA E ESTOQUE DE CARBONO

1 CERRADO: ASPECTOS GERAIS, FLORÍSTICA E ESTOQUE DE CARBONO

1.1 OS BIOMAS BRASILEIROS

O Brasil possui uma área total de 8.514.876 km², sendo o segundo país com a maior cobertura florestal do mundo, com 5,4 milhões de km² (correspondendo a 63% de cobertura florestal, em que 36% são florestas primárias). É um dos países com maior diversidade biológica, dispondo de aproximadamente 1,5 milhões de espécies entre vertebrados, invertebrados, plantas e microorganismos, levando em consideração que, no planeta, são conhecidos 15 milhões de espécies. Estima-se que o Brasil possua mais de 55 mil espécies vegetais, o que corresponde a aproximadamente 22% do total do planeta. Toda essa riqueza está distribuída em diversos ecossistemas florestais, não florestais, aquáticos, costeiros e marinhos que existem no País (MMA, 2002).

Na Figura 1, observa-se o mapa do Brasil, que se divide em diferentes Biomas, cobrindo todo o território nacional, o que proporciona habitats para uma grande variedade de espécies e torna o País megadiverso. O Bioma Amazônico cobre 49,29% do território nacional, o Cerrado, 23,92%, a Mata Atlântica, 13,04%, a Caatinga, 9,92%, o Pantanal, 1,76%, e os Pampas ou Campos do Sul, 2,07% (IBGE, 2014).



Figura 1: Mapa de distribuição dos Biomas Brasileiros
Fonte: MMA (2009, s/p).

1.2 O BIOMA CERRADO

1.2.1 Aspectos gerais e da florística do Cerrado

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma do País, ocupando uma área de 2.036.448 km², que representa cerca de 23,92% do território nacional, constituído principalmente por savanas.

De acordo com a Figura 2, o Cerrado se estende por vários estados brasileiros, ocupando a totalidade do Distrito Federal e parte dos territórios dos estados da Bahia (27%), Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso (39%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%), Paraná (2%), Piauí (37%), Rondônia (0,2%), São Paulo (32%) e Tocantins (91%) (RIBEIRO; WALTER, 2008).

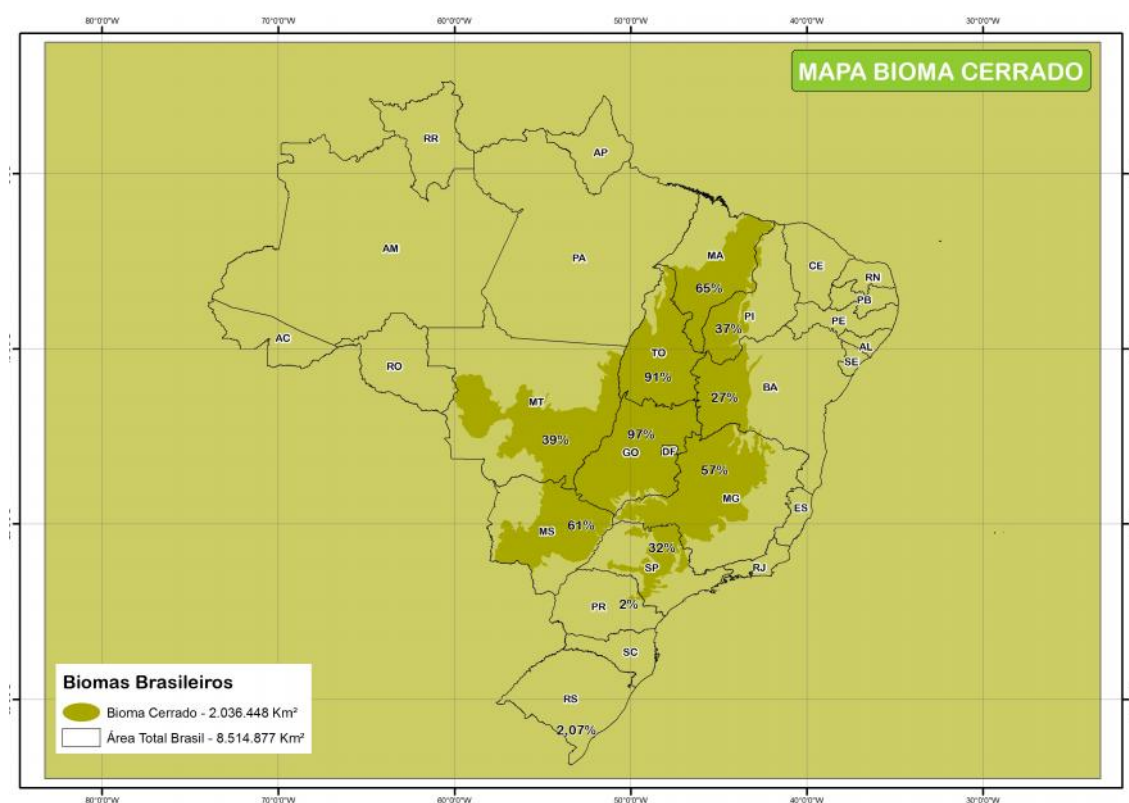


Figura 2: Distribuição do Bioma Cerrado no Brasil

Fonte: MMA (2009, s/p).

Fatores como clima, fertilidade e pH do solo, disponibilidade de água, geomorfologia e topografia, latitude, frequência de fogo, fatores antrópicos e a interação entre todos esses fatores podem afetar a distribuição das espécies de plantas no Bioma Cerrado. E é devido a

esses fatores que o bioma apresenta um mosaico vegetacional com várias fitofisionomias, que englobam formações florestais, formações savânicas e formações campestres (MENDONÇA *et al.*, 1998; RIBEIRO; WALTER, 2008).

Diversos autores (EITEN, 1982; RIZZINI, 1970; WALTER, 2008; RATTER *et al.*, 2000; RIBEIRO; WALTER, 2008) enfatizam a divisão do Bioma Cerrado em fitofisionomias, sendo reconhecidos três tipos de formações vegetais: as formações florestais (Mata de Galeria, Mata Ciliar, Floresta Estacional, Cerradão), formações em savana (Vereda, Palmeiral, Parque Cerrado, Cerrado *sensu stricto*) e formações campestres (Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Rupestre), conforme mostra a Figura 3.

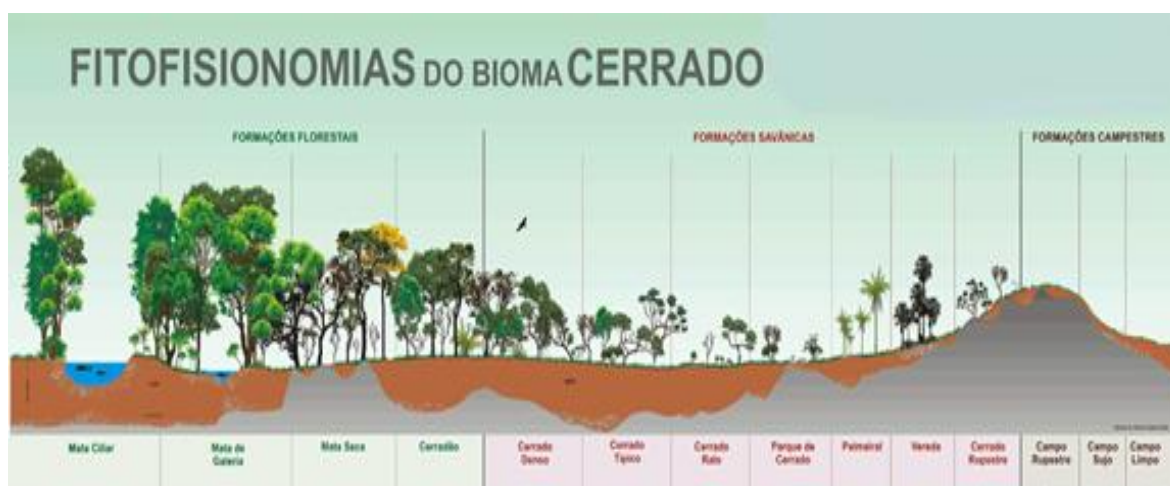


Figura 3: Mapa demonstrativo dos tipos de vegetação do Bioma Cerrado

Fonte: José Felipe Ribeiro (2008, s/p).

Haidar, Dias e Felfili (2013), no mapeamento das regiões fitoecológicas da faixa sul do estado do Tocantins, subdividiram a vegetação do cerrado em quatro subgrupos de formação: Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa. Nesse sentido, os subtipos fisionômicos de Ribeiro e Walter (2008), Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre, foram incorporados como subtipos das formações Savânicas Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa.

O clima da região do Cerrado é caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, sendo classificado como Aw de Koppen (tropical chuvoso). A precipitação média anual é em torno de 1.500 mm, podendo variar entre 750 a 2000 mm. As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março, denominada estação chuvosa, e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Para Felfili, Carvalho e Haidar (2005) e Mendonça *et al.* (2008), essa estacionalidade climática das chuvas no Cerrado é um importante fator determinante da vegetação, influenciando tanto na dispersão quanto na germinação das sementes.

No que se refere aos solos, ocorrem predominantemente em Latossolos (48,66% do território), podendo também ocorrer Cambissolos, Neossolos Quartzênicos, Neossolos Litólicos, Litossolos, Plintossolos ou solos Hidromórficos. Os Latossolos são altamente intemperizados, ácidos (pH entre 4,5 e 5,5), com deficiência de nutrientes como fósforo e nitrogênio, que são essenciais para a agricultura, e apresentam ainda altas taxas de alumínio tóxico (REATTO *et al.*, 2008).

Ribeiro e Walter (2008), subdividiram o cerrado *sensu stricto* em quatro subtipos – Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre – devido principalmente a apresentarem diferentes densidades de indivíduos arbustivo-arbóreos. A presença de árvores baixas e tortuosas, de 3 a 12 m de altura, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidência de queimadas e cobertura arbórea variando de 10% a 30%, sem a formação de dossel é uma das principais características do cerrado *sensu stricto*. De acordo com Aguiar e Camargo (2004), cerca de 35% das plantas do Bioma Cerrado são típicas da fisionomia Cerrado *sensu stricto*. Felfili e Silva-Junior (2005), ressaltam também que o Cerrado *sensu stricto* ocupa cerca de 70% da área do Bioma Cerrado em todo o País, ocorrendo sobre diferentes substratos.

O levantamento florestal do Tocantins, realizado por Haidar, Dias e Felfili (2013), ressalta que, entre as espécies comuns nos diferentes tipos de Savanas, onde está incluído o *sensu stricto*, podem ser listadas: *Qualea parviflora* (Pau-terra-folha-fina), *Qualea grandiflora* (Pau-terra-folha-larga), *Ouratea hexasperma* (Vasoura-de-bruxa), *Erythroxylum suberosum* (Pimenta-de-galinha), *Byrsonima coccolobifolia* (Murici-rosa), *Stryphnodendron* spp. (Barbatimão) e *Dimorphandra gardineriana* (Faveiro).

Segundo os estudos realizados por Ratter, Bridgewater e Ribeiro (2003) e Bridgewater, Ratter e Ribeiro (2004), a flora do Bioma Cerrado é composta basicamente pelas mesmas famílias e gêneros que ocorrem na Mata Atlântica e na Amazônia, porém com distinção das espécies, distribuição heterogênea e diferentes proporções de gêneros e espécies.

Forzza *et al.* (2010) reforçam ainda que 29,7% das plantas com sementes endêmicas do Brasil pertencem ao Bioma Cerrado. Ratter, Bridgewater e Ribeiro (2003), com bases nos 376 levantamentos e estudos realizados no Bioma Cerrado e nas 951 espécies lenhosas amostradas, indicaram províncias fitogeográficas para o Cerrado *sensu lato*. Das espécies analisadas, mais de

metade é encontrada em apenas uma província, a maioria se concentrou diretamente em trechos de Cerrado *sensu stricto*.

A riqueza, a diversidade e a composição da flora lenhosa de um trecho de Cerrado *sensu stricto* em Caldas Novas, estado de Goiás, foram levantadas por Carvalho *et al.* (2008). No estudo, foram amostrados 641 indivíduos de 33 famílias e 79 espécies sendo, Fabaceae, Vochysiaceae, Malpighiaceae e Myrtaceae, as famílias de maior riqueza, corroborando com os estudos já citados. A diversidade de Shannon e Pielou ($H' = 3,82$; $J = 0,88$) foi considerada alta e superior à encontrada em outras áreas de Cerrado *sensu stricto* de Goiás e Distrito Federal. Os autores ressaltam ainda que a riqueza de espécies lenhosas no Cerrado *sensu stricto* raramente ultrapassa a cota de 100 espécies por hectare. Portanto, o registro de 79 espécies em área amostral de 0,4 hectare coloca o Cerrado *sensu stricto* estudado entre os mais ricos do Bioma Cerrado.

De acordo com Felfili *et al.* (2004), os Cerrados das regiões de Serra Negra, Serra da Mesa, Chapada dos Veadeiros e Vila Propício, no estado de Goiás, estão entre os mais ricos do Brasil Central, ultrapassando 80 espécies lenhosas por hectare.

No que se refere ao conhecimento da diversidade, da riqueza e da similaridade do Cerrado *sensu stricto*, no Tocantins, estudo realizado por Pedreira *et al.* (2011), no município de Porto Nacional, amostraram 662 indivíduos distribuídos em 69 espécies, pertencentes a 31 famílias, sendo a Leguminosae a família com maior número de espécies (12). Os maiores valores de Índice do Valor de Importância (IVI) foram para *Caryocar brasilienses* Cambess., *Anacardium occidentale* L., *Curatella americana* L., *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., *Qualea multiflora* Mart. O índice de Diversidade de Shannon foi de ($H' = 3.687$), e a maior abundância foi da família Vochysiaceae, em que a espécie *Qualea multiflora* apresentou o maior IVI.

Para o Cerrado *sensu stricto* de Gurupi, sul do Tocantins, Lima, Camargo e Souza, (2013), enfatizam que os 906 indivíduos registrados no levantamento florístico foram representados por 42 famílias, 78 gêneros e 102 espécies, e as famílias com maiores número de espécies foram: Leguminosae, Myrtaceae e Rubiaceae.

1.2.2 Política de conservação do Cerrado

Santilli (2005) resume que, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, instituído pela Lei nº 9.985/2000, as unidades de conservação são divididas em dois

grandes grupos com características distintas, sendo elas as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Usos Sustentáveis. As Unidades de Proteção Integral são compostas pelos Parques Nacionais, Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre. Essa forma de Unidade de Conservação visa a manter os ecossistemas livres de alterações humanas. Nas Unidades de Usos Sustentáveis encontram-se as Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas da Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Essa forma de Unidade de Conservação admite o uso direto dos recursos naturais.

A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) recomenda 10% do território protegido em unidades de proteção integral. Essa meta também é recomendada pela Convenção sobre Diversidade Biológica e foi incorporada pela Política Nacional de Biodiversidade por meio de decisão da Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio). No Brasil, só o Bioma Amazônia atingiu essa meta, totalizando aproximadamente 24,3% de seu território protegido por Unidades de Conservação (MMA, 2009).

O Cerrado brasileiro é a savana mais rica em diversidade no mundo, considerado como um “*hotspot*”, ou seja, uma das 34 áreas mundiais priorizadas para a conservação da biodiversidade. Apesar do reconhecimento de sua importância biológica, de todos os outros *hotspot* mundiais, o Cerrado é o bioma que possui a menor percentagem de áreas sobre proteção integral.

Como pode ser observado na Figura 4, esse bioma apresenta 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação. Desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo Reservas Particulares do Patrimônio Nacional – RPPNs (0,07%) (MYERS *et al.*, 2000; MITTERMEIER *et al.*, 2005).

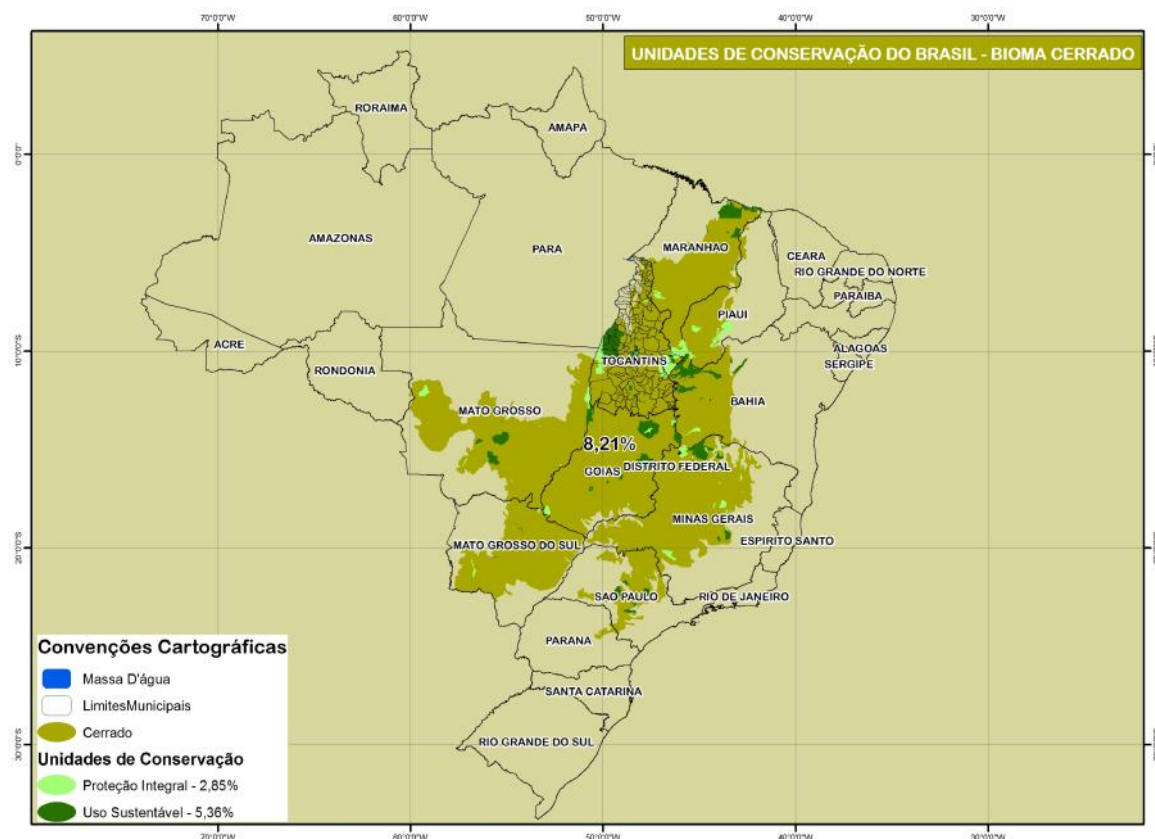


Figura 4: Mapa das Unidades de Conservação no Bioma Cerrado

Fonte: MMA (2009, s/p).

1.2.3 Expansão do setor agropecuário no Cerrado

O Cerrado brasileiro manteve-se quase intacto até a década de 50, porém, a partir dos anos 60, com a construção de Brasília e a implantação de novas infraestruturas viárias e energéticas, e dos anos 70, com a expansão da pecuária e da agricultura com base em desmatamentos, queimadas, uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, as áreas de Cerrado foram drasticamente reduzidas (MMA, 2014).

A grande ocupação do Cerrado teve início na década de 1970, por meio da expansão de tecnologias agrícolas associadas às políticas públicas incentivadoras na abertura de novas áreas para produção no Brasil (OLIVEIRA, 1997).

Dos programas de incentivo à ocupação do Cerrado no Brasil, pode ser citado o POLOCENTRO, Programa de Desenvolvimento dos Cerrados, e o PRODECER, Programa de Cooperação Nipobrasileira de Desenvolvimento do Cerrado. O PRODECER, criado em 1979 para fortalecer a ocupação do Cerrado com bases técnicas e modernas, atraiu grandes

investidores, como o Japão, e apresentou resultados satisfatórios devido a, principalmente, ser estruturado em etapas, incentivando a ocupação de 350.000 hectares nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins e Maranhão (INOCÊNCIO; CALAÇA, 2009).

Castro *et al.* (2010) ressaltam que, no início da década de 1990, houve novamente a intensificação da expansão agrícola incentivada pela busca na mudança da matriz energética e, principalmente, motivada pelos impactos ambientais causados pela emissão de gases do efeito estufa (GEE) provenientes dos combustíveis fósseis. No entanto Souto (2013), enfatiza que toda a atividade agropecuária desenvolvida no Cerrado é responsável pela produção de alimentos, fibras e bioenergia, que abastece o mercado interno e gera excedentes para exportação. Com uma diversidade de cadeias de abastecimento e sistemas de produção agrícola em paisagens diferentes e com ampla oferta de recursos ambientais, o Cerrado tornou-se uma área preferencial de expansão e reorganização das cadeias produtivas no Brasil.

Contudo, a partir da década de 90, também ocorreram, por parte dos governos e dos diversos setores organizados da sociedade, discussões em relação a formas para conservar o que restou do Cerrado, com a finalidade de buscar tecnologias, estimular o ecoturismo e outras iniciativas que possibilitem um modelo de desenvolvimento sustentável (MMA, 2014).

A partir dos estudos realizados pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros, foi elaborado um mapa de distribuição do desmatamento no período entre 2002 e 2008. O resultado apontou que o Cerrado teve sua cobertura vegetal suprimida em 127.564 km², representando uma taxa de supressão anual de aproximadamente 21.300 km² para esse período.

Conforme mostra a Figura 5, o percentual de áreas desmatadas, em 2002, foi de 41,95% e, em 2008, subiu para 48,2% (MMA, 2009). Comparado a esses resultados, o relatório de desmatamento produzido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em 2009, também mostra que 48,4% do Bioma Cerrado já foi desmatado, e o avanço no desmatamento continua acelerado (BRASIL, 2009).

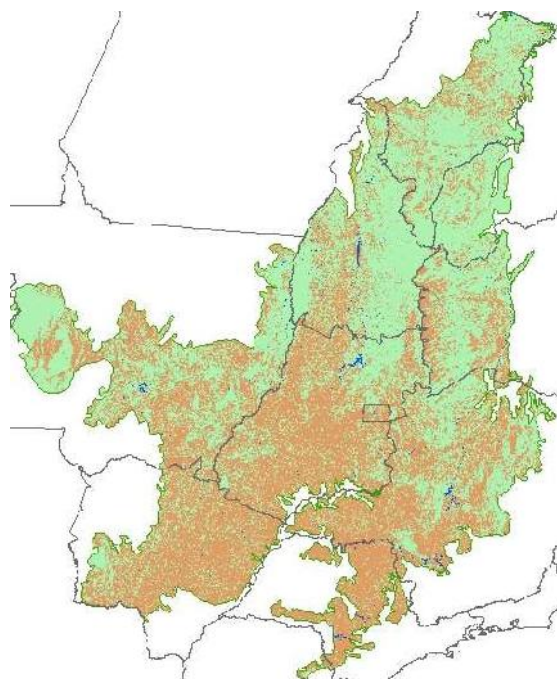


Figura 5: Mapa do Bioma Cerrado e a distribuição das áreas com vegetação (verde) e desmatamento acumulado até 2008 (vermelho)
 Fonte: MMA (2009, s/p).

1.3 O CERRADO NO ESTADO DO TOCANTINS

O estado do Tocantins, criado em 5 de outubro de 1988 e instalado em 1º de janeiro de 1989, ocupa uma área de aproximadamente 278.000 km², representando cerca de 3,3 % do território nacional e 7,2 % da região norte. Parte do estado de Tocantins está situada na região geopolítica da Amazônia Legal (5,4%), confrontando-se com os estados da Bahia, de Goiás, do Maranhão, do Mato Grosso, do Piauí e do Pará.

O Tocantins apresenta clima bem definido, com seis meses de chuva e seis meses de seca, temperatura média anual de 25° a 29° e precipitação média anual de 1.200 a 2.100 mm. Os solos predominantes no Estado são os Latossolos, Concrecionários, Neossolos Quartzarenicos, Plintossolos e Litossolos (SEPLAN, 2012).

O conhecimento sobre a vegetação do Tocantins ainda é incipiente, mas pode-se levar em consideração alguns estudos, caracterizações, diagnósticos ambientais e levantamentos florísticos pontuais que foram realizados nos últimos anos (MARTINS *et al.*, 2001; 2002; 2007; OLIVEIRA-JÚNIOR; SHIMABUKURO, 2005; SANTOS *et al.*, 2006; REZENDE, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2011; HAIDAR; DIAS; PEREIRA, 2011) e, mais

recentemente, o mapeamento das regiões fitoecológicas e inventário florestal do estado do Tocantins, realizado por Haidar, Dias e Felfili (2013).

Quanto às fisionomias do Cerrado (campo limpo a cerradão), ocupam 91% do território do Estado, e os outros 9% são representativos do Bioma Amazônico e se encontram sob forte pressão antrópica, pelas culturas agrícolas e pastagens (SEPLAN, 2012). É importante ressaltar que, na região norte do País, ainda são encontradas as áreas mais extensas da vegetação original do Cerrado, ao contrário da região sul do País (LEMOS, 2013).

Segundo SEPLAN (2012), o estado do Tocantins pode ser dividido em três regiões devido à interação entre altitudes, latitudes, relevo, solo, hidrografia e o clima: a) Região Norte, de influência Amazônica, caracterizada pelas florestas pluviais; b) Região do Médio Araguaia, constituída pelo complexo da Ilha do Bananal (encontro do Cerrado, matas de Galeria e Floresta Estacional Semidecidual); e c) Região Centro-Sul e Leste: onde predomina o Cerrado com algumas variações de Floresta Estacional Decidual nas fronteiras de Bahia-Goiás.

Ainda segundo o mesmo autor, no estado do Tocantins, o avanço da fronteira agrícola vem proporcionando a conversão de vegetação natural em pastos e em áreas de cultivo, comprometendo, dessa forma, a biodiversidade. O Estado já perdeu grande parte dos recursos madeireiros de valor comercial, portanto, nos dias atuais, a exploração dos recursos florestais consiste na produção de carvão vegetal. Devido a esses fatores e, principalmente, para proporcionar a preservação dos fragmentos da vegetação ainda existentes, surge a necessidade de maiores conhecimentos sobre o potencial da biodiversidade existente por meio de inventários da vegetação, a fim de contribuir com o aumento das áreas protegidas por unidades de conservação no Estado.

De acordo com Tocantins (2012), o Estado possui seu Sistema de Unidades de Conservação (SEUC), que estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação do Tocantins.

No Tocantins, o percentual de área coberta por Unidades de Conservação Estaduais de Uso sustentável e Proteção Integral é de 15%, representando um impacto significativo na estratégia de conservação da biodiversidade do Estado (Figura 6). No entanto, além de criar e implementar um sistema de áreas protegidas com capacidade para ser preservado, o grande desafio é proporcionar o conhecimento da biodiversidade dessas áreas de forma a produzir serviços ambientais que possam contribuir com conservação da biodiversidade e dar subsídios para nortear as atividades econômicas do Estado (TOCANTINS, 2012).

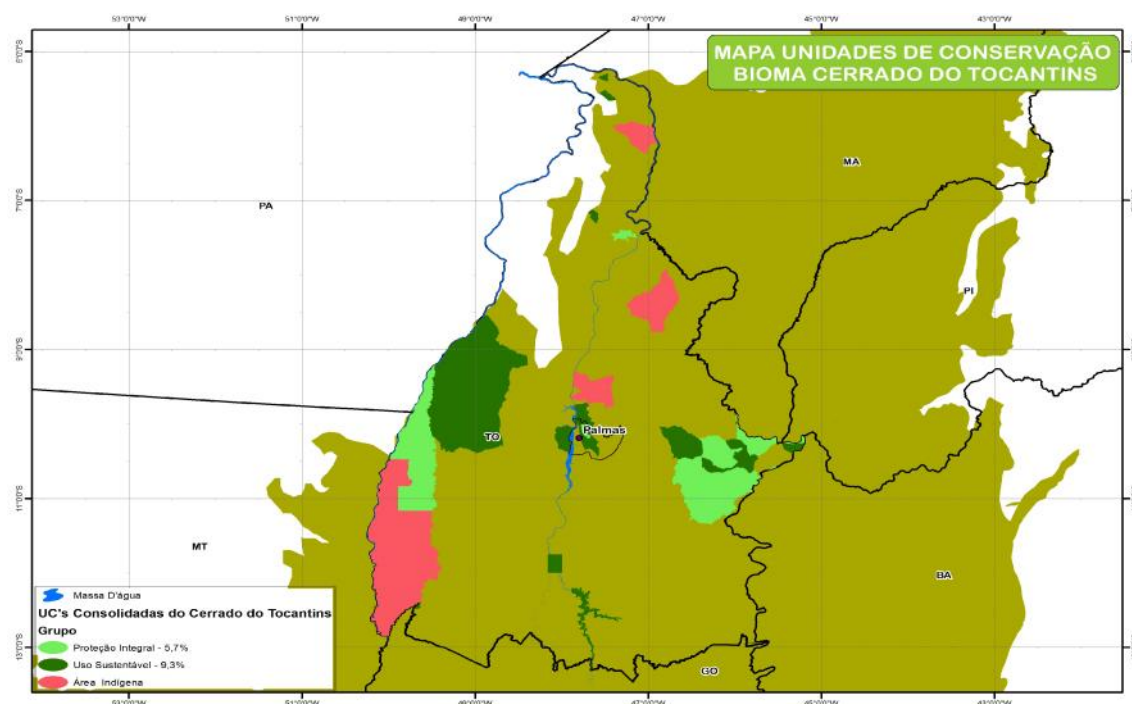


Figura 6: Unidades de Conservação do Cerrado no Tocantins

Fonte: MMA (2009, s/p).

1.4 O CERRADO *SENSU STRICTO* DO TOCANTINS

De acordo com o inventário florestal do Tocantins, realizado por Haidar, Dias e Felfili (2013), os subtipos fisionômicos do Cerrado *sensu stricto* propostos por Ribeiro e Walter (2008), foram reclassificados como: cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre, incorporando-os como subtipos das formações: “Savana Arborizada”, “Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa”.

No estado do Tocantins, a Savana Arborizada, em que se inclui o Cerrado *sensu stricto*, pode se desenvolver em diversos tipos de solo, como os Latossolos profundos e bem drenados e em solos rasos, como Cambissolos e Plintossolos, além dos substratos rochosos. As diferenças pedológicas e a ação antrópica podem ser os responsáveis pelas variações fisionômicas e florísticas encontradas, devido à frequência de queimadas e à retirada de espécies para o plantio de forrageiras para o gado. Considerando a ação antrópica e a destruição desse bioma, grande parte da diversidade das espécies ou dos seres vivos pode ainda ser desconhecida pela ciência (HAIDAR; DIAS; FELFILI, 2013).

A região Nordeste do estado do Tocantins e o Sudoeste do Maranhão ainda apresentam remanescentes bem preservados de Cerrado *sensu stricto*, embora essas áreas estejam sendo rapidamente convertidas para fins agropecuários (AQUINO; WALTER; RIBEIRO, 2007). Para Ratter, Bridgwater e Ribeiro (2003), a bacia do rio Tocantins apresenta elevada diversidade de espécies lenhosas de Cerrado, porém ressalta que o conhecimento sobre a composição e a estrutura das comunidades arbóreas do Cerrado *sensu stricto* nessa região ainda é pouco e se restringe a um relevante estudo florístico geral, levantamentos pontuais e estudos em poucos locais no Maranhão.

No levantamento realizado por Pedreira *et al.* (2011), no município de Porto Nacional, região central do Tocantins, os pesquisadores relatam a composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas em área de Cerrado *sensu stricto*, e enfatizam a diversidade de espécies encontradas no trecho estudado.

Medeiros e Walter (2012), fizeram uma avaliação na composição e na estrutura da comunidade arbórea de Cerrado *sensu stricto* no município de Filadélfia (norte do Tocantins) e compararam com a mesma fitofisionomia em uma área no município de Carolina (MA). Os resultados revelaram que as comunidades de Cerrado *sensu stricto* são diferenciadas entre e dentre as áreas, com provável influência das diferenças de solo, enfatizando a importância de estudos sobre a estrutura da vegetação em outras regiões.

Na análise florística, realizada por Lima, Camargo e Souza (2013), em uma área de Cerrado *sensu stricto*, da cidade de Gurupi, região sul do estado do Tocantins, os autores apresentam uma amostra da composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas no Cerrado *sensu stricto* daquela região. Enfatizam ainda que a escassez de estudos relacionados com fisionomias do Bioma Cerrado no Tocantins impossibilita uma comparação direta com os dados do presente estudo e demonstra a necessidade de trabalhos que investiguem o funcionamento desses ambientes.

Dessa forma, os inventários florestais, por proporcionarem a descrição quantitativa e qualitativa das espécies de uma determinada área, caracterizam sua dinâmica de crescimento, o que pode contribuir com informações sobre a flora existente no local. Informações desse nível podem subsidiar a exploração sustentável e, principalmente, favorecer a conservação de áreas naturais, contribuindo com a diminuição do aquecimento global por meio da estocagem de carbono pelas plantas.

1.5 ALTERAÇÕES GLOBAIS E ESTOQUE DE CARBONO

1.5.1 Alterações climáticas globais

A mudança na temperatura da superfície terrestre vem ocorrendo no último século, com um aumento médio de 0,78 °C. A média teve uma variação de 0,72 a 0,85 °C. É virtualmente garantido que os extremos de temperatura têm aumentado globalmente desde 1950, e que desde 1970 a terra acumulou mais energia do que perdeu. Esse aumento de temperatura é devido, principalmente, a concentrações crescentes de Gases do Efeito Estufa – GEE, emitidos por atividades humanas por meio da queima de combustíveis fósseis, do uso de fertilizantes e do desmatamento. Esses gases atuam obstruindo a dissipação do calor terrestre no espaço (IPCC, 2007). A preocupação em relação ao aumento do CO₂ na atmosfera é uma realidade, pois a principal consequência é o aumento do efeito estufa, o que proporciona mudanças significativas no clima, no regime dos ventos, nas chuvas e na circulação dos oceanos (SOARES *et al.*, 2005).

De acordo com o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC (2010), ao se fazer uma análise dos impactos das mudanças climáticas no mundo, diversos estudos indicam que os países em desenvolvimento são, em geral, os mais vulneráveis. Pode-se citar como exemplo o Brasil, onde ocorrem diversos exemplos desses impactos da variabilidade natural do clima, como secas, estiagens, cheias, inundações, deslizamentos em encostas etc. Sendo assim, quanto maior a dificuldade da sociedade em conviver com a variabilidade natural do clima, maior serão os esforços para adaptar-se às mudanças do clima. Vale ressaltar que os ecossistemas naturais e os agroecossistemas serão os mais sensíveis aos impactos com alterações na cobertura vegetal e perda da biodiversidade.

As grandes contribuições do Brasil para as emissões de CO₂ e, consequentemente, para as mudanças climáticas, são provenientes das mudanças de uso da terra, sendo responsáveis por cerca de 75% de toda a emissão do País. As atividades voltadas para o desmatamento, ou seja, a conversão de florestas para uso agropecuário, contribuem significativamente para esse fato.

Com relação aos outros gases do efeito estufa não menos importantes, o metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), no Brasil, as emissões são oriundas da atividade pecuária, pela fermentação dos dejetos dos animais em pastagens e pela aplicação de fertilizantes. Vale

ressaltar que a contribuição desses gases é significativa devido ao Brasil ter o maior rebanho bovino do mundo (FBMC, 2010e).

Em 1992, durante a Rio 92, foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC), visando, principalmente, a promover discussões sobre o aquecimento global e suas consequências. A UNFCCC começou a vigorar em março de 1994, em que 194 países se propuseram a estabilizar suas emissões atmosféricas dos Gases de Efeito Estufa – GEE. Anualmente, esses países realizam conferências anuais, denominadas *Conference of the Parties* (COP), para discutir e tentar encontrar soluções que contrapõem o aquecimento global (ROCHA, 2003).

Destaca-se a COP 3, realizada em Quioto, no Japão, em 1997. Essa conferência foi considerada um marco, pois nela foi estabelecido um acordo que define as metas de redução de emissão de GEE para os países desenvolvidos ou países do Anexo I, além de critérios para a utilização dos mecanismos de mercado.

Esse acordo ficou conhecido como “Protocolo de Quioto”, em que, no primeiro instante, foi estabelecida a meta de redução média de 5,2% (abaixo dos níveis emitidos em 1990), entre 2008 a 2012. Atualmente, no segundo período (2013 a 2020), os países do Anexo I estão revisando suas próprias metas de redução de emissão, de acordo com o definido na COP-18/CMP-8, em 2012 (HADDAD, 2013).

Como resultado desse segundo período, foi possível estabelecer o mercado de carbono, cuja moeda é chamada de crédito de carbono. Por meio de um projeto de redução de emissões de GEE, cada tonelada de dióxido de carbono equivalente deixada de ser emitida para a atmosfera corresponde a um crédito de carbono. Assim, países ou empresas que não conseguirem reduzir suas emissões têm a oportunidade de comprar esses créditos e cumprirem com suas metas de redução estabelecidas pelo Protocolo de Quioto (ROCHA, 2003).

Rezende e Merlin (2009) enfatizam que, para atingir os objetivos de redução de forma mais eficiente, foram adotados três mecanismos de mercado ou “Mecanismos de Flexibilização”. São eles: Comércio de Emissões (CE); Implementação Conjunta (IC) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O MDL é o único aplicável em países em desenvolvimento como o Brasil, e seu principal objetivo é auxiliar os países em desenvolvimento ou não, conforme Anexo 1, por meio do financiamento de projetos de redução dos gases de efeito estufa (GEE). Ainda

segundo os mesmos autores, o Protocolo de Quioto estimula os países a cooperarem entre si por meio de duas linhas de ação. A primeira é focada na reforma nos setores de energia e transporte, incentivo ao uso de energias renováveis, diminuição no uso de combustíveis fósseis e das emissões de metano por meio do gerenciamento dos resíduos. A segunda linha de ação é direcionada à proteção das florestas, ao resgate de emissões (sequestro de carbono), por meio dos sumidouros e estocagem de carbono e às atividades relacionadas ao uso da terra, como recuperação e reflorestamentos.

Na região norte do País, incluindo o estado do Tocantins, entre os principais efeitos das mudanças climáticas, destaca-se a diminuição da vazão dos principais rios brasileiros, no caso do estado do Tocantins, o Rio Tocantins. Isso proporciona diversos problemas na geração de eletricidade, na navegação, no abastecimento de água, na poluição da água e na sobrevivência dos peixes. Especificamente no caso do Tocantins, a perda da retenção da umidade do solo nas áreas de agricultura e pecuária, devido à diminuição das chuvas e ao aumento da temperatura, vem proporcionando a redução na produção, restringindo as áreas apropriadas para cultivo bem como comprometendo a qualidade das pastagens. As emissões poluentes já são uma realidade no Tocantins, no entanto as pesquisas sobre o assunto ainda são incipientes. O efeito combinado das alterações do clima, do desmatamento e das queimadas resulta na diminuição da flora e da fauna do bioma, tornando extremamente necessário e de prioridade para o Estado e o Brasil o incentivo a pesquisas sobre vulnerabilidade e adaptação aos impactos das mudanças climáticas nos setores de agropecuária, florestas, recursos hídricos, saúde humana, fauna e flora (TOCANTINS, 2012).

No estado do Tocantins, as discussões sobre essa temática tiveram início em 2003, com a Lei nº 1.182, de 13 de maio de 2003. Com a Política Municipal de Mudanças Climáticas de Palmas, em 2008, foi aprovada a Lei nº 1.917, de 17 de abril de 2008, que instituiu a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins, em processo de revisão para incluir os recentes desenvolvimentos nacionais sobre o clima.

O Estado também instituiu o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas Globais e Biodiversidade do Tocantins pelo Decreto nº 3.007, de 18 de abril de 2007. Segundo o mesmo relatório (TOCANTINS, 2012), o Estado complementou a Política Estadual de Mudanças Climáticas com uma Política e um Plano de Serviços Ambientais e de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), tendo como principal objetivo acomodar os avanços sobre REDD+ e serviços dos ecossistemas. E quanto à conservação florestal, que contribui para a conservação

dos estoques de carbono e para a mitigação das mudanças climáticas, o Tocantins está focado em uma metodologia de incorporação dos seus ativos ambientais no seu patrimônio.

1.5.2 Estimativa da biomassa vegetal e estoque de carbono

O ciclo do carbono é o motor químico que fornece energia e massa a maior parte da vida na terra, além de estar relacionado com a regulação da atmosfera global e, conseqüentemente, com o clima. Ele pode ser dividido em duas partes: o ciclo terrestre e o ciclo marinho, ambos tendo a atmosfera como reservatório. No ciclo terrestre do carbono, as plantas removem o CO_2 da atmosfera pela fotossíntese, em que uma parte é usada na manutenção da planta, que resulta na liberação de CO_2 para atmosfera. O restante do carbono (50%) é absorvido pela planta e vai ajudar a compor as folhas, os galhos, os troncos e as raízes das plantas. Esse estoque de carbono na vegetação assume importância fundamental devido ao fato de poder aumentar ou diminuir rapidamente em resposta ao clima ou às intervenções humanas (incêndios, desmatamentos), tendo efeitos fortes na concentração de carbono na atmosfera (FBMC, 2010).

As florestas tropicais assumem um papel fundamental na redução da concentração de CO_2 na atmosfera, porém existem dúvidas quanto à quantidade de biomassa que esses sistemas conseguem acumular. Segundo Watzlawick *et al.* (2002), as florestas estocam, tanto na biomassa acima como abaixo do solo, mais carbono do que atualmente existe de estoque de carbono na atmosfera. Isso é justificado em função das florestas cobrirem cerca de 30% da superfície da terra e fixarem em torno de 85% do carbono orgânico.

A biomassa florestal pode estocar quantidades diferentes de carbono, que são controlados pelo volume de biomassa, ressaltam Silveira *et al.* (2008). Dessa forma, conhecer e estimar a biomassa de uma determinada vegetação é fundamental no entendimento do papel das florestas no ciclo do carbono. Para Aduan, Vilela e Klink (2003), a grande heterogeneidade fitofisionômica da vegetação e os diferentes métodos de amostragem justificam a grande diferença entre os valores de estoques de carbono encontrados na literatura. Os estudos da biomassa florestal de uma determinada vegetação têm vários objetivos, entre eles para quantificar a ciclagem de nutrientes, a quantificação para fins energéticos e para informações sobre o sequestro de carbono. Esse conhecimento torna-se relevante para as decisões sobre o manejo dos recursos florestais.

As espécies de arbóreo-arbustivas destacam-se das demais espécies vegetais por terem a capacidade de fixar e armazenar carbono em sua biomassa por anos ou décadas, e em grande quantidade. A determinação dessa biomassa pode ser feita por método direto, em que toda a biomassa é retirada para a determinação do peso da biomassa fresca e da biomassa seca, ou pelo método indireto, que estima a biomassa por meio de modelos matemáticos a partir de dados de inventários florestais, fazendo a relação de parâmetros, como o volume da madeira, o diâmetro à altura do peito e altura total (TEIXEIRA, 2003).

Segundo Higuchi, Carvalho Júnior (1994) e Teixeira (2003), no método direto, todos os indivíduos de uma determinada parcela são derrubados e pesados, sendo feita em seguida a extrapolação da avaliação amostrada para a área total de interesse. O método direto, no qual é realizado o abate de árvores, é mais acurado e eficaz, porém é um processo trabalhoso e caro.

No método indireto, a estimativa da biomassa aérea é determinada por meio de variáveis que não requerem a destruição da vegetação, sendo utilizadas relações quantitativas ou matemáticas, utilizando razões ou regressões de dados de inventários florestais, tais como: DAP (diâmetro à altura do peito, aproximadamente 1,30 m), altura e volume da madeira ou por dados de sensoriamento remoto (TEIXEIRA, 2003). Nesse caso, é mais vantajoso devido a sua agilidade e rapidez, uma vez que não haveria a necessidade de destruição das árvores, pois utiliza variáveis de fácil obtenção em campo.

Existem diferentes procedimentos para calcular a biomassa de forma indireta, em que podem ser usadas informações de volume de árvores e multiplicá-la por um fator ou fatores apropriados, denominados fatores de biomassa (BF), que transformam os cálculos de volume, para estimativas de biomassa.

A biomassa também pode ser estimada pelo uso de equações e técnicas de regressão que, segundo Koehler, Watzlawick e Kirchner (2002), é o método mais comum, em que algumas árvores são amostradas e os pesos de cada componente são determinados e relacionados por meio de regressão, com variáveis dendrométricas.

Para Crow e Schlaegel (1988), as variáveis mais comumente utilizadas em equações de biomassa são o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total, podendo, em muitos casos, serem combinadas, gerando a variável (DAP²H).

Para a estimativa da biomassa total, vários modelos de regressão, por componente de uma árvore (tronco, galhos, folhas), têm sido utilizados, e as equações de biomassa podem ter muitas formas. As mais utilizadas são as não lineares, conforme descrito por Baldwin (1987) e Clark (1982), podendo ser escritas na seguinte forma:

- a) Linear (erro aditivo): $Y = \beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon$
- b) Não-linear (erro aditivo): $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_i^{\beta_i} + \varepsilon$
- c) Não-linear (erro multiplicativo): $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_i^{\beta_i} \varepsilon$

Onde:

Y = total da biomassa ou por componente

X_i = variável dendrométrica

β_i = parâmetros do modelo

ε = termo do erro

As equações alométricas mais comumente utilizadas para a estimativa de biomassa são as propostas por Brown, Gillespie e Lugo (1989), para floresta tropical primária, e por Uhl, Buschbacher e Serrão (1988), para o caso de floresta secundária, sendo função do DAP e da altura total do indivíduo. Para as estimativas de volume e peso, os modelos utilizados para indivíduos lenhosos do cerrado são descritos a seguir:

- a) $y = 0,44 * (dap^2 * h)^{0,9719}$ (floresta primária)
- b) $\ln y = -2,17 + 1,02 \ln (dap)^2 + 0,39 \ln * h$ (floresta secundária)

Onde:

y = biomassa aérea (kg/árvore)

dap = diâmetro do caule a 1,3 m de altura do solo (cm)

h = altura total do indivíduo (m)

Rezende *et al.* (2006) desenvolveram um modelo específico para ser aplicado no Cerrado, conforme equação a seguir:

$$EC = -02445640 + 0,01456 * Db^2 * H$$

Onde:

EC: estoque de carbono em Kg por árvore

Db: diâmetro da base, tomada a 0,30 m do solo (cm)

H: altura da árvore (m)

Para Silva *et al.* (2007), o conhecimento do carbono fixado nos ecossistemas é extremamente importante, uma vez que as florestas contribuem para a estabilidade ambiental, pois amenizam as temperaturas extremas, aumentam as chuvas regionais, previnem a erosão e a deterioração do solo, e têm papel fundamental no ciclo do carbono. Outros autores como Aduan, Vilela e Klink (2003) e Silveira *et al.* (2008) salientam que, abaixo do solo, as raízes são as principais incorporadoras de carbono e, acima do solo, o carbono é estocado na parte aérea das plantas (vivas e mortas) e na serrapilheira.

Visando a entender como funciona o processo de emissões de carbono na atmosfera, Salomão *et al.* (1996), fazem o seguinte questionamento: qual o estoque de carbono armazenado na biomassa de uma floresta? Dessa forma, é imprescindível desenvolver ou utilizar metodologias que possibilitem obter estimativas da quantidade desse elemento em uma floresta, ou em partes da árvore. Esses autores ainda mencionaram que, para se proceder à avaliação dos teores de carbono dos diferentes componentes da vegetação (parte aérea, raízes, camadas decompostas sobre o solo, entre outros e, por consequência, contribuir para estudos de balanço energético e do ciclo de carbono na atmosfera, é necessário, inicialmente, quantificar a biomassa vegetal de cada componente da vegetação.

Segundo MMA (2009), alguns autores relatam que a conservação do Cerrado traduz-se em um eficiente sumidouro de carbono, em que a absorção natural de CO₂ na forma de carbono na biomassa vegetal chega a 2 tC.ha⁻¹.ano⁻¹. No entanto, devido às queimadas constantes que ocorrem no bioma, a fixação natural do CO₂ é prejudicada. Alguns estudos realizados para o Cerrado, como o IPCC (2000), obtiveram estimativas do estoque de carbono de cerca de 29 Mg.ha⁻¹ de carbono, que estariam estocados na vegetação, e 117 Mg.ha⁻¹, no solo.

Para Bustamante *et al.* (2006), o carbono orgânico do solo varia de 87 Mg.ha⁻¹ até 210 Mg.ha⁻¹, enquanto Abdala *apud* Lal (2008) relata que o total de carbono estocado no Cerrado do Brasil central é de 265 Mg.ha⁻¹, decomposto da seguinte forma: estrato arbóreo, 28,5 Mg.ha⁻¹; estrato herbáceo, 4 Mg.ha⁻¹; serrapilheira, 5 Mg.ha⁻¹; raízes e detritos, 42,5 Mg.ha⁻¹ e reservatório de carbono orgânico do solo, 185 Mg.ha⁻¹.

No estudo realizado por Kurzatkowski, Rezende e Collicchio (2007), na região da Ilha do Bananal, em cerrado alagável, encontrou-se como resultado uma média de 134,73 tC.ha⁻¹ de biomassa e 67,36 tC.ha⁻¹ estocado. Nas áreas de enchentes baixas, o estoque de biomassa e de carbono foram em média 14% superiores aos das áreas de enchentes altas.

O valor econômico da manutenção de ecossistemas florestais é reconhecido por Buckeridge, Mortari e Machado (2007), os quais enfatizam que a exploração de um ecossistema de forma sustentável contribui para a manutenção da biodiversidade e do modo de vida e cultura de populações locais. Os autores comentam ainda que o Brasil é um dos idealizadores do Mecanismo de desenvolvimento Limpo – MDL e que, nos últimos anos, vem colaborando com projetos de recuperação de áreas degradadas, de criação de corredores ecológicos e exploração sustentável de recursos. Como o Brasil é considerado um país mega diverso e com recursos naturais ainda pouco explorados, diversos países do Anexo 1, que precisam cumprir com suas metas de emissões de CO₂ na atmosfera, mostram-se interessados em colaborar com ações ambientalmente corretas no País.

1.6 REFERÊNCIAS

ADUAN, E. A.; VILELA, M. F.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do cerrado brasileiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

ANDRADE, L. A.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. **Fitossociologia de uma área de Cerrado denso na RECOR-IBGE**. v. 16. n. 2. Brasília-DF: Acta Botânica Brasília, 2002.

AQUINO, F. G.; WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. **Dinâmica de populações de espécies lenhosas de Cerrado, Balsas, Maranhão**. v. 31. n. 5. Viçosa: Revista Árvore, 2007.

BALDWIN, V. C. JR. A Summary of equations for predicting biomass of planted southern pines. In: **Estimating tree biomass regressions and their contribution to the error of forest inventory estimates**. Broomall: USDA Forest Service, 1987.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Produção e Agroenergia. Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia Agroindústria canavieira. Ementário Nacional. Compêndio histórico de normativos e documentos legais. Brasília: MAPA, 2009.

BRIDGWATER, S.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Biogeographic patterns, biodiversity and dominance in the cerrado biome of Brazil**. v. 13. São Paulo: Biodiversity and Conservation, 2004.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. **Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data**. v. 35. Lawrence: Forest Science, 1989.

BUCKERIDGE, M. S.; MORTARI, L. C.; MACHADO, M. R. Respostas fisiológicas de plantas às mudanças climáticas: alterações no balanço de carbono nas plantas podem afetar o

ecossistema? In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B; MORELLATO, L. P. C. **Fenologia** - ferramenta para conservação e manejo de recursos vegetais arbóreos (Editores Técnicos). Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007.

BUSTAMANTE, M.M.C; MEDINA, E.; ASNER, G. P; Nardoto, SP; GARCIA-MONTIEL, D.C. **O ciclismo de nitrogênio em savanas tropicais e temperadas**. v. 79. Biogeoquímica, 2006.

CARVALHO, F. A.; RODRIGUES, V. H. P.; KILCA, R. V.; SIQUEIRA, A. S.; ARUJO, G. M.; SCHIAVINI, I. **Composição Florística, Riqueza e Diversidade de um Cerrado *Sensu Stricto* no sudeste do Estado de Goiás**. v. 24, n. 4. Uberlândia: Biosci J., 2008.

CASTRO, A. A. J. F. **Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (PiauÍ-São Paulo) de amostras de cerrado**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994.

CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BORGERS, V. M. S. **A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo**. v. 30, n. 1. Goiânia: Goiano Geografia, 2010.

CLARK, A. Predicting biomass production in the South. In: **ANNUAL FOREST SYMPOSIUM 31**. Baton Rouge, LA. Predicting growth and yield in the Mid-south. Baton Rouge: Louisiana State University, 1982.

CROW, T. R.; SCHLAEGEL, B. E. **A guide to using regression equations for estimating tree biomass**. v. 5, n. 1. United States: Northern Journal of Applied Forestry, 1988.

EINTEN, G. **Vegetação natural do Distrito Federal**. Brasília: SEBRAE/DF, 2001.

EITEN, G. Brazilian "savannas". In: HUNTLEY, B. J., WALTER, B. H. (Eds.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

FEARNSIDE, M. P.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v. 80, n. 1-3, p. 35-46, 1996.

FBMC. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **A ciência da mudança do clima – Modulo 1**. Rio de Janeiro: FBMC/UFRJ, 2010.

_____. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **O Brasil e as mudanças climáticas – Modulo 6**. Rio de Janeiro: FBMC/UFRJ, 2010e.

FELFILI, J. M. *et al.* Fitossociologia da vegetação arbórea. In: FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do Bioma Cerrado: Estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2001.

FELFILI, J. M. *et al.* **Plantas da APA gama e cabeça de veado: espécies, ecossistemas e recuperação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2002.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

FELFILI, J. M.; SILVA-JUNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. Organizadores. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V. **Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil**. v. 175. The Netherlands: Plant Ecology, 2004.

FELFILI, J.A. *et al.* **Projeto biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação & solos**. v. 12. Brasília: Cadernos de Geociências, 1994.

_____. **Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na chapada Pratinha-DF-Brasil**. v. 6, n. 2. Pratinha: Acta Botanica Brasílica, 1993.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. In: FURLEY, P.A.; RATTER, J.A.; PROCTOR, J.A. (Eds.). **Nature and dynamics of forest savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992.

FORZZA, R. C. *et al.* Síntese da diversidade brasileira. In: FORZZA, R. C. *et al.* **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

HADDAD, M. H. S. **Análise dos mecanismos REDD+ e seus benefícios no Brasil: um estudo de caso na Ilha do Marajó – PA, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

HAIDAR, R. F.; DIAS, R. R.; FELFILI, J. M. **Projeto de desenvolvimento regional sustentável**. Mapeamento das regiões fitoecológicas e inventário florestal do Estado do Tocantins. Regiões fitoecológicas da faixa sul. Escala 1:100.000. v. 2/9. Palmas: Seplan/DZE, 2013.

HAIDAR, R. F.; DIAS, R. R.; PEREIRA, E. Q. **Mapeamento e reconstituição dos ambientes fitoecológicos para o sul do estado de Tocantins por meio de imagens Landsat MSS e TM, e dados geoambientais**. São José dos Campos: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.

HERINGER, E. P. *et al.* A flora do cerrado. In: FERRI, M. G. **Simpósio Sobre o Cerrado, 4**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JR., J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: **Seminário emissão x sequestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CVRD, 1994.

IBGE. **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

INOCÊNCIO, M. E.; CALAÇA, M. **Cerrado: fronteira da produção agrícola capitalista do Século XX**. São Paulo: XIX Encontro nacional de geografia agrária, 2009.

KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. **Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along vegetation gradient in the Brazilian cerrado**. v. 82. London: Journal of Ecology, 1994.

KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In: SANQUETA, C. R. *et al.* (Eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: UNICENTRO, 2002.

KURZATKOWSKI, D.; REZENDE, D.; COLLICCHIO, E.: **Análise de estoque da biomassa e do carbono em formações florestais na região ecotonal da Ilha do Bananal, Estado do Tocantins**. v. 1, n. 3. Palmas: Revista Carbono Social, 2007.

LAL, R. Savannas and Global Climate Change: source or sink of atmospheric CO₂. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2008. Disponível em: <[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20\(Pc210\)/projeto/palestras/capitulo_3.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20(Pc210)/projeto/palestras/capitulo_3.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2014.

LEMOS, H. L.. **Vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Brasília-DF: Universidade de Brasília - UnB, 2013.

LIMA, D. P.; CAMARGO, M. O.; SOUZA, P. B. **Análise florística do astrato arbustivo-arbóreo da vegetação de uma área de cerrado *Sensu Stricto*, Gurupi-To**. Palmas – Tocantins: 9º Seminário de Iniciação Científica, 2013.

MARIMON, B. S.; VARELLA, R. F.; JÚNIOR, B. H. M. **Fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em Nova Xavantina, Mato Grosso**. v. 3. Mato Grosso: Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, 1998.

MARTINS, I. C. M. *et al.* **Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais - ipucas - no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins**. Revista Árvore. v. 26. Foz do Iguaçu: INPE, 2002.

_____. **Caracterização ambiental de fragmentos florestais naturais - “ipucas” – no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins**. In: Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu: INPE, 2001.

MARTINS, I. C.. **Análise temporal da dinâmica do uso e cobertura da terra nas Fazendas Lago Verde e Barreirinha, localizadas no Município da Lagoa da Confusão - TO**. In: Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, 2007.

MARTINS, S. V. *et al.* A vegetação de Ipucas no Tocantins: estudo de caso e relações florísticas com remanescentes do Cerrado e da Amazônia. In: FELFILI, J. M. *et al.* (Eds.). **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2011.

MEDEIROS, M. B. *et al.* **Fitossociologia de cerrado sentido restrito em um trecho da bacia do médio Tocantins, Palmeirópolis (TO)**. Palmeirópolis-TO: Anais IX Congresso de Ecologia do Brasil, 2009.

MEDEIROS, M. B.; WALTER, B. M. T. **Composição e estrutura de comunidades arbóreas de cerrado *sensu stricto* no norte do Tocantins e sul do Maranhão**. v. 36, n. 4. Viçosa-MG: Revista árvore, 2012.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora Vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora Vascular do Cerrado. In: **Cerrado: ecologia e flora**. v. 2. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2008.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* **A Brief History of Biodiversity Conservation**. v. 19, n. 3. Brasil: Brazil: Conservation Biology, 2005.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2014. **Biodiversidade**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/publicacao/140-publicacao09062009030618.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado** – PP. Brasília: MMA/SBF, 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2004.

MYERS, N. *et al.* **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. v. 403. London: Nature, 2000.

NAKICENOVIC, N.; SWART, R. (Ed.). IPCC – Intergovernmental Panel On Climate Change. **IPCC special report: emissions scenarios**. A special report of working group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

NUNES, R. V. **Padrões de distribuição lenhosa do Cerrado sentido restrito do Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

OLIVEIRA, A. U. **A agricultura camponesa no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 1997.

OLIVEIRA-JUNIOR, H. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Mapeamento da cobertura da terra dos Estados do Goiás e Tocantins utilizando imagens do sensor MODIS**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. Goiânia, abril. Anais. São José dos Campos: INPE, 2005.

PAIVA, A. O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. **Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal**. v. 35, n. 3. Viçosa-MG: Revista Árvore, 2011.

PEDREIRA, F. R. B.; ALVES, L. R.; LOLIS, S de F.; VIANA, R. H. O. **Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas em uma área de cerrado *sensu stricto* no município de Porto Nacional, TO**. v. 4, n. 1. Porto Nacional: Gl. Sci. Technol., 2011.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2001.

RATTER, J. A. *et al.* **Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo Bioma Cerrado**. v. 5, p. 5. Mato Grosso: Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer, 2000.

RATTER, J. A.; BRIDGWATER, S.; RIBEIRO, J. F.. **Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas**. v. 60, n.1. Cambridge: Edinburgh Journal of Botany, 2003.

REATTO, A. *et al.* Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2008.

REZENDE, A. V.; FELFILI, J. M. **Avaliação do estoque de carbono do cerrado *sensu stricto* do Brasil Central**. v. 6, n. 2. Brasília: Comunicações Técnicas Florestais, 2004.

REZENDE, A.V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. Tese (Doutorado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002.

REZENDE, D.; MERLIN, S. **Biodiversidade e carbono social**. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro. Edições Afrontamento. Portugal: Biologicando 4, 2009.

REZENDE, J. M. **Florística, Fitossociologia e influência do gradiente de umidade do solo em campos limpos úmidos no Parque Estadual do Jalapão, Tocantins**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M.. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M. *et al.* (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; BATMANIAN, G. J. **Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina-DF**. v. 8. Planaltina-DF: Revista Brasileira de Botânica, 1985.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, 1998.

RIZZINI, C. T. **Sobre alguns aspectos do Cerrado**. v. 29, n. 218. São Paulo: Boletim Geográfico, 1970.

_____. A flora do cerrado, análise florística das savanas Centrais. In: Simpósio sobre o cerrado. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Edgard Blücher, 1963.

ROCHA, M. T.. **O aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Tese (Doutorado). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2003.

ROSA, C. M. M. **Recuperação pós-fogo do estrato rasteiro de um campo sujo de cerrado**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Brasília: Universidade de Brasília, 1990.

SALOMÃO, R. P.; NEPSTAD, D. C.; VIEIRA, I. C. G.. **Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa?** v. 21, n. 123. São Paulo: Ciência Hoje, 1996.

SANQUETA, C. R.; BALBINOT, R.. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B. (Eds.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR/ Ecoplan, 2004.

SANTILLI, J.. Unidades de conservação da natureza, territórios indígenas e quilombolas: Aspectos jurídicos. In: RIOS, Aurélio Virgílio Veiga. **O direito e o desenvolvimento sustentável**: Curso de direito ambiental. São Paulo: Peirópolis, Brasília, DF: IEB – Instituto Internacional de Educação do Brasil, 2005.

SANTOS, E. R. *et al.*. **A flora do campus de Porto Nacional, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, Tocantins, Brasil**. v. 1, n. 1. Mato Grosso: Revista Ciência Agroambiental, 2006.

SEMADES. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. NATURATINS. Instituto Natureza do Tocantins. **Relatório de sustentabilidade, 2010, 2011, 2012**. Palmas: SEMADES/NATURATINS, 2012.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6. ed. Palmas: Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, 2012.

SILVA, G. T. A.; RESENDE, A. S. de; CAMPELO, E. F. C.; DIAS, P. F.; FRANCO, A. A. **Papel da fixação biológica de nitrogênio na sustentabilidade de sistemas agroflorestais**. Serropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETA, C. R.; ARCE, J. E. **O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais**. v. 38, n. 1. Curitiba: Revista Floresta, 2008.

SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; GORGENS, E. B. **Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto**. v. 29, n.5. Viçosa, MG: Revista Árvore, 2005.

SOUTO, S. B. G. **Caracterização e análise da logística de transporte do etanol nas regiões potenciais ao desenvolvimento do setor sucroalcooleiro no Estado do Tocantins**. Dissertação de Mestrado em Agroenergia. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2013.

STOCKER, T. F. D.; QIN, G. K.; PLATTNER, M.; TIGNOR, S. K.; ALLEN, J.; BOSCHUNG, A.; NAUELS, Y.; XIA, V.; BEX and P.M.; MIDGLEY. **IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: University Press Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

TEIXEIRA, L. M. **Influência da intensidade de exploração seletiva de madeira no crescimento e respiração do tecido lenhoso das árvores em uma floresta tropical de terra-firme na região de Manaus**. Dissertação (Mestrado). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2003.

TOCANTINS. **Governo do Estado do Tocantins**. 2012. Disponível em: <<http://portal.to.gov.br>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. **Abandoned pastures in Eastern Amazonia**. I. Patterns of plant succession. v. 76. Oxford, GB; Journal of Ecology, 1988.

WALTER, B. M. T. O conceito de savana e de seu componente Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETA, C. R.; SCUNACHER, M. V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: IPEF, 2002.



CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DO CERRADO *SENSU STRICTO* NO MUNICÍPIO DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL

2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DO CERRADO *SENSU STRICTO* NO MUNICÍPIO DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL

RESUMO

O objetivo deste estudo foi fazer o levantamento florístico da vegetação do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins, visando conhecer a riqueza, diversidade e a similaridade entre as diversas parcelas amostradas. Foram selecionadas áreas que apresentam algum tipo de proteção, localizadas na área de abrangência do município. A amostragem da vegetação foi realizada através de inventário florestal e seguiu as diretrizes do Manual de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal, sendo implantadas 10 parcelas de 20x50 m, totalizando uma área de 10.000 m² (1 hectare). As parcelas foram distribuídas nas áreas selecionadas da seguinte forma: duas parcelas no Parque Urbano Cesamar, uma parcela na Reserva Legal da Universidade Federal do Tocantins (UFT), três parcelas no Parque do Lajeado, duas parcelas na Área de Preservação Ambiental (APA) Serra do Lajeado e duas parcelas na área de reserva do Aeroporto de Palmas. O inventário da vegetação foi realizado por meio dos seguintes parâmetros: altura da planta e diâmetro de base maior que 5cm (Db>5 cm). Foram registrados e avaliados os indivíduos vivos e mortos em pé, sendo identificados por família, gênero e espécie no local. Quando não identificados, foram coletadas amostras (flores, folhas e frutos) e encaminhadas ao Herbário da Fundação Universidade do Tocantins (UNITINS – HUTO) para identificação e confecção de exsiccatas. Como resultado da amostragem, foram levantados em um hectare 1.272 indivíduos arbóreo-arbustivos, sendo 1.230 vivos e 42 mortos em pé, distribuídos em 68 espécies, 57 gêneros e 33 famílias. Do total de indivíduos amostrados, 9 não foram identificados. Obteve-se ainda um índice de diversidade de Shannon (H') de 3,45 nats/indivíduo e a equabilidade (J') de 0,81, sendo que esse valor da diversidade encontrado no cerrado *sensu stricto* de Palmas foi superior ao obtido por diversos autores em estudos no Bioma Cerrado do Brasil. Neste sentido, sugere-se que o Bioma Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas sirva de referência para o estudo florístico e do estado de preservação das Unidades de Conservação (UCs), e para fortalecer e subsidiar as políticas e ações na região central do estado do Tocantins.

Palavras-chave: Florística, Diversidade, Similaridade, Cerrado.

ABSTRACT

The aim of this study was to survey the flora of the biome Cerrado (Savannah) *sensu stricto* of the Palmas municipality - Tocantins, aiming to know the richness, diversity and similarity among the various plots sampled. Survey plots were selected with some kind of protection, located in the municipality. The botanical sampling was conducted based on a forest inventory methodology, following guidelines of the Manual of Permanent Plots of the Cerrado and Pantanal Biomes, by establishing 10 plots with 20x50m, totaling an area of 10.000 m² (1 ha). The plots were distributed among the selected areas as follows: two plots in the

Cesamar Urban Park, a portion of the Legal Reserve of the Federal University of Tocantins (UFTI), three plots in the State Park of Lajeado, two plots in the Environmental Protection Area (APA) of the Serra do Lajeado and two plots the Legal Reserve Area of the International Airport of Palmas. The botanical inventory was conducted according to the following parameters: plant height and diameter of the base greater 5cm ($Db > 5\text{ cm}$). Standing individuals, both alive and dead, were recorded and identified by botanical family, genus, and species *in situ*. When unidentified, samples were collected (flowers, leaves, and fruits) and later analyzed at the Herbarium of the University at Tocantins (UNITINS - HUTO) for identification and preparation of herbarium specimens. As a result of the sampling, in one hectare surveyed 1.272 shrubby-arboreal, individuals were recorded including 1.230 live and 42 dead, standing, distributed among 68 species, 57 genders, and 33 families. Within the total of individuals sampled, nine were unidentified. The calculated Shannon diversity index (H') was 3.45 nats/individual and the equability (J') 0.81, and this value of diversity found in the biome Cerrado *sensu stricto* of the Palmas municipality were higher to that found by many other authors in studies on the same biome. In this sense, it suggested that the Cerrado *sensu stricto* of the municipality of Palmas may be used as a reference to both the floristic study and the conservation status of Protected Areas (PAs), for the strengthening of policies and actions in these zones of the central region of Tocantins.

Keywords: Floristic, Botany, Biomass, Diversity, Similarity, Cerrado

2.1 INTRODUÇÃO

O mosaico de formações vegetais do Cerrado é responsável pela elevada biodiversidade registrada no Bioma (RATTER *et al.*, 2000; RIBEIRO; WALTER, 2008). Sendo assim, três tipos de formações vegetais são claramente distintos no Cerrado: as Formações Florestais, formadas pela Mata de Galeria, pela Mata Ciliar, pela Floresta Estacional e pelo Cerradão; as Formações Savânicas, formadas pela Vereda, pelo Palmeiral, pelo Parque Cerrado e pelo Cerrado *sensu stricto*; e as Formações Campestres, formadas pelo Campo Limpo, pelo Campo Sujo, pelo Campo Rupestre (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O Bioma Cerrado e o Amazônico ocupam 91% e 9% do território do estado do Tocantins, respectivamente. O Tocantins está inserido em uma importante região ecológica, situado na bacia hidrográfica de Tocantins-Araguaia, o qual representa uma área de transição entre os três maiores Biomas brasileiros: Amazônico, Cerrado e Caatinga. Por outro lado, vem sofrendo forte pressão antrópica e devastação da vegetação devido, principalmente, ao avanço da agricultura e da pecuária. Nesse sentido, surge a necessidade de se preservar o montante ainda existente de vegetação nativa dos Biomas encontrados no Estado, proporcionando o aumento e a melhoria do manejo das áreas protegidas por Unidades de Conservação (TOCANTINS, 2012).

No mapeamento das regiões fitoecológicas da faixa sul do estado do Tocantins, Haidar, Dias e Felfili (2013) subdividiram a vegetação do Cerrado em quatro subgrupos de formação: Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa. Diante disso, os subtipos fisionômicos de Ribeiro e Walter (2008), Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre, foram incorporados como subtipos das formações Savânicas Arborizadas, Parque e Gramíneo-Lenhosa. Ainda segundo os mesmos autores, o cerrado *sensu stricto*, pertencente ao subgrupo Savana Arborizada, é a formação de maior ocorrência e distribuição no estado do Tocantins, sendo representada por árvores baixas (até 8 m de altura) e hemicriptófitos contínuos, estando sujeita a queimadas anuais.

No Cerrado *sensu stricto*, ocorre uma camada rasteira, predominantemente graminosa, e uma cobertura lenhosa, que pode variar de 5 a 20% (cerrado rupestre), 20 a 50% (cerrado típico) e de 50 a 70% (cerrado denso). No estado do Tocantins, a Savana Arborizada reveste várias classes de solo, em especial, os Latossolos profundos e bem drenados, os Neossolos Quartzarênicos e solos rasos, como Cambissolos e Plintossolos, além dos substratos rochosos.

Os estudos de Sano e Almeida (1998) caracterizaram o Cerrado *sensu stricto* pela presença contínua de árvores baixas, tortuosas e retorcidas e com evidências de queimadas em seus troncos, sendo os arbustos e subarbustos espalhados, podendo, frequentemente, apresentar rebrota após corte ou queimada. O tronco da vegetação arbórea possui casca com cortiça, fendida ou sulcada, e várias espécies apresentam pilosidade para proteção.

Ribeiro e Walter (1998) enfatizam que vários fatores influenciam na diversidade arbórea do cerrado *sensu stricto*, como condições de solo (pH e taxa de alumínio), fertilidade, condições hídricas e profundidade de solo, além da frequência das queimadas. Ressaltam, ainda, que o resultado desses fatores reflete na estrutura, na distribuição dos indivíduos lenhosos e na composição florística da vegetação. Lemos (2013) complementa ainda que, entre as formações savânicas, o Cerrado *sensu stricto* é o que melhor caracteriza o bioma, ocupando cerca de 85% de sua área, e pode ocorrer sobre diferentes condições ambientais, apresentando diferentes densidades de indivíduos arbustivo-arbóreos.

Segundo Lemos (2013), a partir dos anos 60, estudos como levantamentos florísticos, fitossociológicos *et al.*, que contribuem para o conhecimento da diversidade, estão sendo desenvolvidos em áreas de Cerrado *sensu stricto*, principalmente nos estados de Goiás e do Distrito Federal. Enfatiza, ainda, que, nos estados da Bahia, de Minas Gerais e do Tocantins, esses estudos ainda são escassos, o que proporciona lacunas no conhecimento da flora e da estrutura dessa fitofisionomia.

No estudo realizado na região norte do Estado, no Cerrado *sensu stricto*, Medeiros e Walter (2012) destacam que nove espécies foram bastante representativas na região estudada, sendo: *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Curatella americana*, *Hirtella ciliata*, *Qualea grandiflora*, *Parkia platycephala*, *Diospyros sericea*, *Stryphnodendron* sp. E *Stryphnodendron rotundifolium*.

Em levantamento realizado no sul do estado do Tocantins, Haidar, Dias e Felfili (2013) encontraram espécies comuns nos diferentes tipos de Savana, podendo ser citadas: *Qualea parviflora* (Pau-terra-folha-fina), *Qualea grandiflora* (Pau-terra-folha-larga), *Ouratea hexasperma* (Vasoura-de-bruxa), *Erythroxylum suberosum* (Pimenta-de-galinha), *Byrsonima coccolobifolia* (Murici-rosa), *Stryphnodendron* spp. (Barbatimão) e *Dimorphandra gardineriana* (Faveiro).

Para a composição florística e fitossociológica de uma área de cerrado *sensu stricto* no município de Porto Nacional, região central do Tocantins, Pedreira *et al.* (2011) relatam que as espécies com maiores valores de Índice de Valor Importância (IVI) foram: *Caryocar brasiliense* Cambess., *Anacardium occidentale* L., *Curatella americana* L., *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., *Qualea multiflora* Mart.

Tendo em vista as alterações antrópicas que o cerrado tocantinense vem sofrendo, devido à expansão das fronteiras agrícola e pecuária, à abertura de estradas e à construção de usinas hidrelétricas, estudos para o conhecimento da flora regional e das diferenças florísticas e estruturais são importantes nesse momento.

Informações sobre a riqueza e o potencial florístico do cerrado servem para fornecer subsídios ao fortalecimento das políticas públicas de conservação e restauração do Estado para a criação de novas Unidades de Conservação, para captação de recursos para a manutenção das Unidades de Conservação já instituídas no Estado e para contribuir para a proteção integral e efetiva das espécies nativas da flora que compõem a fitofisionomia *sensu stricto* do Cerrado de Palmas, Tocantins.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi realizar o levantamento florístico do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, visando a conhecer a riqueza, a diversidade e a similaridade das espécies encontradas, oferecendo subsídios para o processo de conservação do Bioma Cerrado no Estado.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Palmas, capital do Tocantins (área de 2.465,25 Km²), com altitude média de 260m, em áreas de vegetação característica de Cerrado *sensu stricto*. O clima é úmido a subúmido, consideravelmente quente durante todo o ano, sendo a temperatura média anual de 25,1 °C. A distribuição das chuvas é sazonal, distribuídas ao longo do ano em dois períodos bem definidos: a estação chuvosa de outubro a abril, e a estação seca nos meses de maio a setembro, com média anual de 1700 a 1800 mm (SEPLAN, 2012).

Os solos predominantes da região são do tipo Latossolos e Plintossolos, com erodibilidade potencial classificada de muito fraca a forte. A vegetação predominante é marcada pelas formações savânicas do Cerrado, podendo ser encontradas todas as fitofisionomias características, como campo, campo rupestre, vereda, Cerrado *sensu stricto*, parque cerrado e cerradão (SEPLAN, 2012).

2.2.2 Descrição das áreas experimentais e demarcação das parcelas

Foram selecionadas diferentes áreas no município de Palmas que apresentassem características de conservação, alguma forma de proteção, como Parque, Reserva Particular ou Área de Preservação Ambiental, e a distribuição espacial buscou representar a área do município.

Dessa forma, foram selecionadas cinco áreas específicas no município de Palmas, onde foram instaladas dez parcelas experimentais no mês de julho de 2013. Para que a amostragem das espécies tivesse maior representatividade, definiram-se parcelas experimentais com as dimensões de 20x50m (1.000m²) cada, correspondendo a uma área total de 1 hectare (10.000m²) conforme recomendado por Felfili, Carvalho e Haidar (2005).

As parcelas experimentais foram demarcadas utilizando estacas de madeira de 1 metro de altura e delimitadas com fita plástica zebra (amarela e preta), para facilitar a visualização da parcela e dos indivíduos durante a amostragem da vegetação. Além disso, foram obtidas as coordenadas geográficas dos 4 vértices das 10 parcelas.

As parcelas foram distribuídas nas áreas de acordo com o tamanho do fragmento da vegetação e que a distribuição representasse da melhor maneira a área do município de Palmas.

A seguir, estão descritas as áreas selecionadas e a localização das respectivas parcelas experimentais, que podem ser visualizadas na Figura 7.

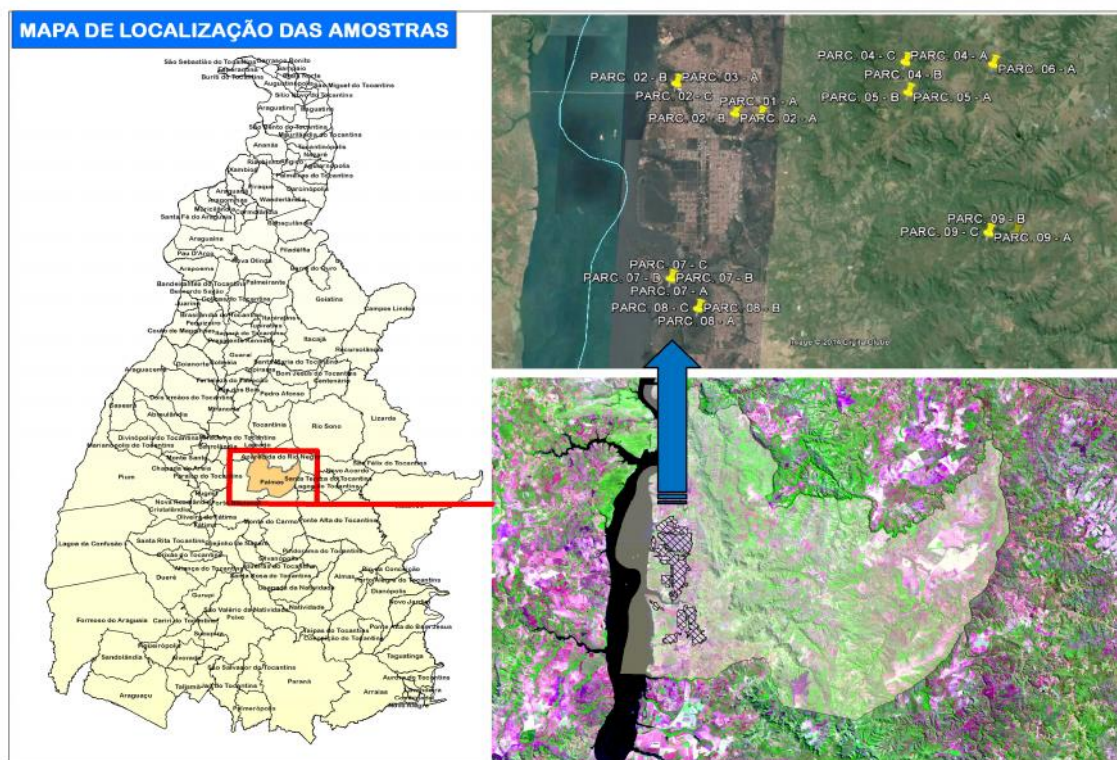


Figura 7: Localização das áreas onde foram implantadas as 10 parcelas experimentais no município de Palmas, Tocantins, em julho de 2013

Fonte: elaborado pela autora.

a) Parque Cesamar (Parcelas 1 e 2)

O Parque Cesamar, instituído como Unidade de Conservação urbana, com plano de manejo em 12/2005, segundo a Lei nº 1.406/2005, foi criado com o objetivo de: proteger o manancial hídrico do córrego Brejo Comprido, que passa dentro dos limites da cidade; preservar o patrimônio natural representado pela fauna, flora característica do Cerrado; e aproveitar a paisagem natural e cultural para o desenvolvimento de atividades educativas, de lazer e recreação (ABREU *et al.*, 2010).

O Parque está subdividido em três áreas: 1) Área de Reserva Biológica, que se destina à preservação integral do ecossistema, reserva genética da flora e da fauna para fins científicos, educacionais e/ou culturais; 2) Área de Paisagem Cultural, que é a porção do território do parque onde se localizam aos prédios públicos já existentes; e 3) Área de Lazer, com o lago, as piscinas, os gramados, as pistas de caminhadas, as áreas de estacionamentos e as áreas com equipamentos esportivos.

As parcelas experimentais 1 e 2 foram instaladas na Área da Reserva Biológica, tendo sido georreferenciados os quatro vértices de cada parcela, obtendo:

Parcela 1: PT 1: 10°12,471 S, 48° 18,788 W; PT 2: 10° 12,463 S, 48° 18,796 W; PT 3: 10°12.450 S, 48°18.770 W; PT 4: 10°12.458 S, 48°18.763 W.

Parcela 2: PT 1: 10°12.198 S, 48°19.158 W; PT 2: 10°12.188 S, 48°19.167 W; PT 3: 10°12.170 S, 48°19.140 W; PT 4: 10°12.181 S, 48°19.133 W.

b) Reserva da Universidade Federal do Tocantins (Parcela 3)

O Campus Universitário de Palmas, da Universidade Federal do Tocantins – UFT, possui sua área territorial margeando o Lago da UHE de Lajeado, bem como da sua respectiva Área de Proteção Permanente (APP). A área possui características típicas de vegetação de Cerrado *sensu stricto*, com exemplares de pequenas árvores com menos de cinco metros de altura e estrato rasteiro de gramíneas nativas e exóticas.

As coordenadas a parcela experimental 3 estão representadas a seguir:

PT 1: 10°11.032 S, 48°21.629 W; PT 2: 10°11.046 S, 48°21.628 W; PT 3: 10°11.045 S, 48°21.662 W; PT 4: 10°11.031 S, 48°21.657 W.

c) Parque Estadual do Lajeado (Parcelas 4, 5 e 6)

O Parque Estadual do Lajeado – PEL, criado em 11/5/2001, pela Lei nº 1.224, possui uma área representativa do Bioma Cerrado (9.930,92 hectares), com formações campestres, savânicas e florestais. Foi criado para proteger a flora e a fauna, bem como as águas que

nascem no seu interior. No seu entorno, para proteger uma área maior, foi criada a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Lajeado (TOCANTINS, 2003).

A região do PEL apresenta importantes atributos ambientais, como cachoeiras, nascentes, pinturas rupestres e importantes representantes da fauna e flora, por isso o seu estatuto de conservação se torna tão relevante. Entretanto trata-se de um ambiente muito frágil, que necessita de constante monitoramento para que sua utilização seja sustentável (COLEN; SILVA; MARTINS, 2007). Segundo os mesmos autores, o principal objetivo do PEL é proteger: amostras dos ecossistemas da Serra do Lajeado, assegurando a preservação de sua flora, fauna, bem como as águas que nascem ali e os demais recursos naturais; características pedológicas, fitofisionômicos, proporcionando oportunidades controladas para visitação, educação e pesquisa científica.

As parcelas experimentais 4, 5 e 6 foram distribuídas na área do Parque, tendo os quatros vértices de cada parcela, as seguintes coordenadas:

Parcela 4: PT 1: 10°.10.384 S, 48°.13.818 W; PT 2: 10°.10.383 S, 48°.13.833 W; PT 3: 10°.10.356 S, 48°.13.834 W, PT 4: 10°.10.356 S, 48°.13.821 W.

Parcela 5: PT 1: 10°.11.887 S, 48°.13.028 W; PT 2: 10°.11.876 S, 48°.13.031 W; PT 3: 10°.11.865 S, 48°.13.006 W; PT 4: 10°.11.877 S, 48°.13.003 W.

Parcela 6: PT 1: 10°.10.394 S, 48°.10.566 W; PT 2: 10°.10.384 S, 48°.10.567 W; PT 3: 10°.10.377 S, 48°.10.540 W; PT 4: 10°.10.391 S, 48°.10.539 W.

d) Reserva do Aeroporto de Palmas (Parcelas 7 e 8)

A área que constitui o sítio aeroportuário de Palmas é originária da doação do estado do Tocantins à união por meio da Lei Estadual nº 1.044, de 27 de janeiro de 1999, e Decreto nº 725, de 2 de fevereiro de 1999. A área do aeroporto é de 2.373,98 ha, divida em duas áreas, uma de 955,99 ha e outra de 1.417,99 ha, sendo ocupada apenas a parte menor, onde está instalada uma pista de pouso e decolagem, terminal de passageiros, terminal de cargas, áreas de apoio, de combustível de aviação, bombeiros, radar de rotas, equipamentos de auxílio a navegação aérea etc.

As parcelas experimentais 7 e 8 foram distribuídas na área da Reserva do aeroporto, tendo os quatros vértices de cada parcela, as seguintes coordenadas:

Parcela 7: PT 1: 10°.18.100 S, 48°.21.663 W; PT 2: 10°.18.112 S, 48°.21.669 W; PT 3: 10°.18.106 S, 48°.21.695 W; PT 4: 10°.18.094 S, 48°.21.692 W.

Parcela 8: PT 1: 10°.19.408 S, 48°.20.758 W, PT 2: 10°.19.415 S, 48°.20.748 W; PT 3: 10°.19.384 S, 48°.20.746 W; PT 4: 10°.19.389 S, 48°.20.736 W.

e) Área de Proteção Ambiental - APA Serra do Lajeado (Parcelas 9 e 10)

A região da APA Serra do Lajeado, criada por meio da Lei nº 906, de 20 de maio de 1997, possui uma área de 121.415,50 ha, com vegetação predominante do Bioma Cerrado. Essa área contorna toda a capital, sendo marcada por três feições dominantes: a) extensa chapada do Lajeado, que vai de Monte do Carmo até as margens do rio Tocantins, próximo à cidade de Tocantínia; b) a zona entalhada e dissecada, que se apresenta acidentada, declivosa e localmente escarpada; e c) o piemonte ocidental do Lajeado, correspondendo à calha do rio Tocantins.

Essas características tornam a serra do Lajeado área propícia para o desenvolvimento do ecoturismo. Na divisa do município de Palmas com Lajeado, por exemplo, foram inventariadas 99 cachoeiras, 16 ribeirões, córregos e brejos (todos propícios para a prática de lazer), 13 grutas, cavernas e furnas, 8 sítios de pinturas rupestres e 7 mirantes. Toda extensão da serra do Lajeado é indicada para a prática de esportes, como caminhada, escalada, mountain bike, parapent, espeleologia, trekking, cavalgada e safari fotográfico (TOCANTINS, 2011).

As parcelas experimentais 9 e 10, foram distribuídas na área da APA Serra do Lajeado, tendo os quatros vértices de cada parcela as seguintes coordenadas:

Parcela 9: PT 1: 10°.16.414 S, 48°.10.504 W; PT 2: 10°.16.415 S, 48°.10.514 W; PT 3: 10°.16.385 S, 48°.10.504 W; PT 4: 10°.16.391 S, 48°.10.491 W;

Parcela 10: PT 1: 10°.16.384 S, 48°.09.905 W; PT 2: 10°.16.384 S, 48°.09.894 W; PT 3: 10°.16.412 S, 48°.09.896 W; PT 4: 10°.16.411 S, 48°.09.906 W.

2.2.3 Coleta de dados

2.2.3.1 Inventário da vegetação

O levantamento florístico da vegetação arbórea/arbustiva foi realizado no mês de julho de 2013, seguindo as diretrizes do Manual de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). Foram marcadas 10 parcelas de 20x50m, totalizando 1 hectare de esforço amostral.

A amostragem foi realizada em todos os indivíduos arbóreos/arbustivos vivos, ou mortos em pé, com diâmetro de base (Db) maior ou igual a 5cm, medidos com fita diamétrica a 30cm do solo, e a altura total do indivíduo medida com auxílio de vara telescópica graduada de 15m.

As espécies foram identificadas no campo quando possível; caso contrário, foram coletadas e herborizadas, segundo o proposto por Mori *et al.* (1985). As amostras de material botânico foram depositadas no Herbário da Fundação Universidade do Tocantins (UNITINS/HUTO). Cada indivíduo amostrado foi identificado botanicamente em nível de família, gênero e espécie.

O sistema utilizado para a classificação das famílias foi o APGIII (2009), e a identificação das espécies foi realizada por meio de comparações com a coleção botânica do herbário da UNITINS. Para a certificação dos autores e a conferência das espécies, foi utilizado o site W3 TROPICOS, bem como consultas a especialistas do estado do Tocantins.

2.2.3.2 Análise dos dados

Os dados coletados foram analisados quanto aos parâmetros: riqueza e composição florística, diversidade de espécies e similaridade florística.

a) Riqueza e composição florística

De posse dos dados de campo, fez-se uma análise descritiva da vegetação. Para a contagem e a comparação, foi utilizado o programa “R”, (www.r-project.org), com saída de resultados em ordem alfabética de família e espécie. Para o melhor entendimento, visualização

dos resultados e ordenação decrescente das famílias, gêneros e espécies amostradas nas parcelas, foi utilizada a planilha excel (2007).

b) Diversidade

A diversidade de espécies, que se refere à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região, foi estimada pelo Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), que oferece a informação das espécies e o tamanho da respectiva população como uma probabilidade.

A equação para o cálculo da diversidade florística pelo método do Índice de Shannon (H') está apresentado a seguir:

$$H' = - \sum p_i \times \ln(p_i)$$

Onde:

$p_i = n_i/N$ (probabilidade de que um indivíduo pertença a espécie i)

n_i = número de indivíduos amostrados da espécie i

N = número total de indivíduos amostrados

\ln = logaritmo neperiano

c) Uniformidade ou equabilidade

Para a estimativa da uniformidade, foi utilizado o Índice de Pielou (J'). Esse índice permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. O valor de J' pertence ao intervalo de $[0,1]$, e o valor máximo representa a situação em que todas as espécies possuem a mesma abundância (MAGURRAN, 1988).

$$J' = H'/H_{\max} \text{ sendo } H_{\max} = \ln(s)$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

S = número total de espécies amostradas

d) Similaridade

Entre as 10 parcelas amostradas, a análise de similaridade foi efetuada por meio do programa “R” (www.r-project.org), em que foi realizado primeiramente o cálculo do Índice de Sorensen, que expressa a semelhança de espécies ao longo de um gradiente ambiental, em que quanto mais próximo de zero, menos semelhante é a flora dos fragmentos considerados (MAGURRAN, 1988).

$$S_{ij} = 2C/(A+B)$$

Onde:

A= N° de espécies da parcela i

B= N° de espécies da parcela j

C= N° de espécies comuns entre as parcelas i e j

Em seguida, foi realizada a análise de agrupamento denominada UPGMA (Método de Agrupamento da Distância Média). Esse método é aplicado quando se pretende visualizar graficamente duas amostras em função da composição ou qualquer outra característica da amostra. Nesse sentido, quanto mais próximas forem as amostras, menor a distância métrica entre os pontos representativos dessas duas amostras, e maior será a similaridade entre elas (PERES-NETO; VALENTIN; FERNANDES, 1995). O resultado gerado desse agrupamento foi representado por um dendograma.

e) Esforço amostral

O esforço amostral foi medido utilizando o programa “R” (www.r-project.org), sendo construída uma curva de acumulação de espécies, usando o número de parcelas e o número de indivíduos amostrados por espécie.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Riqueza e composição florística

No levantamento da vegetação realizado, foram encontrados em todas as parcelas (1 hectare) 1.272 indivíduos arbóreos-arbustivos, sendo 1.230 vivos e 42 mortos em pé. Esses indivíduos estão distribuídos em 68 espécies, 57 gêneros e 33 famílias, conforme detalhado no Quadro 1. Do total de indivíduos amostrados, nove não foram identificados, inclusive em nível de família.

Quadro 1: Listagem florística organizada por ordem alfabética de família, gênero e espécie das 10 parcelas, no Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins, em julho de 2014

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM
ANACARDIACEAE	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau d'água
ANNONACEAE	
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Araticum
APOCYNACEAE	
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Pau-pereira
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba
<i>Himatantbus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	Tiborna-do-cerrado
ARALIACEAE	
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	Mandiocão
ARECACEAE	
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	Pati-do-cerrado
ASTERACEAE	
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Coração-de-negro
BIGNONIACEAE	
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Caraíba
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Ipê-amarelo
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Ipê-amarelo
CARYOCARACEAE	
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	Pequi
CELASTRACEAE	
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Bacupari-do-cerrado
CLUSIACEAE	
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Pau-santo
<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi	Pau-santo
<i>Vismia</i> sp.	Lacre
CONNARACEAE	

Continuação

<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Pau-de-brinco
<i>Rourea induta</i> Planch.	Congonha-de-tropeiro
DILLENIACEAE	
<i>Curatella americana</i> L.	Sambaiba
<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	Sambaibinha
EBENACEAE	
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Olho-de-boi-do cerrado
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	Mercurio-do-campo
EUPHORBIACEAE	
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Mamoninha
FABACEAE	
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	Para-tudo
<i>Andira cuyabensis</i> Benth.	Angelim-do-cerrado
<i>Bondichia virgilioides</i> Kunth.	Sucupira-preta
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Paratudo
<i>Dimorphantha gardneriana</i> Tul.	Faveiro
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá-do-cerrado
<i>Parkia platycephala</i> Benth	Fava-de-bolota
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Sucupira-branca
<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Baill.	Tatarema
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Cachamorra
<i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	Fedegoso-do-mato
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.	Barbatimão
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Amargoso
ICACINACEAE	
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Fruta-d'anta
LYTHRACEAE	
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Mangabeira
MALPIGHIACEAE	
<i>Byrsonima crassa</i> Nied	Murici
<i>Byrsonima fagifolia</i> Nied.	Murici
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici-da-mata
<i>Byrsonima</i> sp.	Murici
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Murici-folha-grande
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	Murici-macho
MALVACEAE	
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Algodoeiro
<i>Pseudobombax</i> sp.	Emburuçu

Continuação

MELASTOMATACEAE	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Remela-de-galinha
MORACEAE	
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Bureré
MYRISTICACEAE	
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Ucuuba-do-cerrado
MYRTACEAE	
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Araçazinho
<i>Myrcia sellowiana</i> O. Berg	Grudento
<i>Psidium myrsinoides</i> O. Berg	Araça
NYCTAGINACEAE	
<i>Neea theifera</i> Oerst.	Capa-rosa
OCHNACEAE	
<i>Ouratea</i> sp.	-----
PROTEACEAE	
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Carne-de-vaca
RUBIACEAE	
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Marmelada
<i>Ferdinandusa elliptica</i> Pohl.	Flor-da-serra
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Genipapo-do-cerrado
SALICACEAE	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Folha-de-carne
SAPOTACEAE	
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Curriola
SOLANACEAE	
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St-Hil	Lobeira
VOCHYSIACEAE	
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra-folha-grande
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau-terra-folha-pequena
<i>Salvertia convallariodora</i> A. St.-Hil.	Folha-larga
<i>Vochysia gardneri</i> Warm.	Pau-terra mirim

Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 8, estão representadas as 15 famílias, em que 90% das espécies amostradas estão distribuídas.

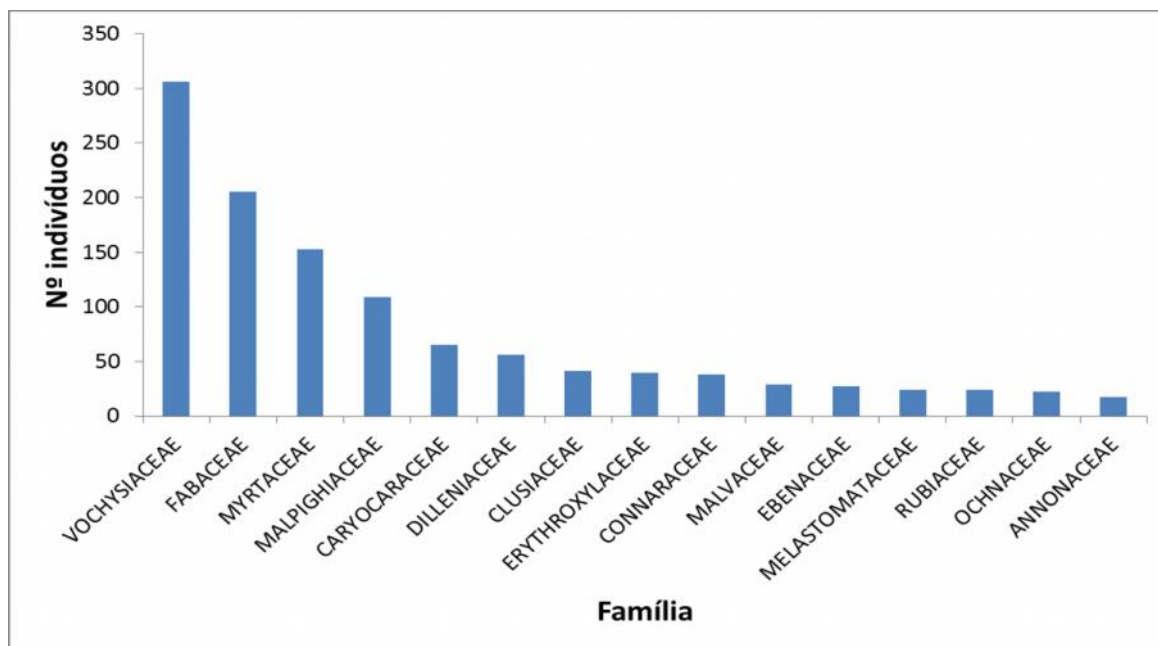


Figura 8: Distribuição do número de indivíduos por família amostradas nas 10 parcelas em Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, Tocantins
Fonte: elaborado pela autora.

Ressalta-se que o número de indivíduos amostrados no presente estudo (1.272) foi superior ao encontrado em diferentes levantamentos realizados em diferentes áreas com a mesma fisionomia. Ribeiro, Silva e Batmanian (1985) encontraram 911 indivíduos por hectare no Distrito Federal; Felfili *et al.* (1994) obtiveram de 664 a 1.396 indivíduos em estudos no Distrito Federal e Minas Gerais; Vale (2000) também registrou para o Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal 673 indivíduos por hectare.

Comparando os dados do presente estudo em relação aos trabalhos desenvolvidos no Tocantins, percebe-se, de forma geral, essa tendência de superioridade quanto ao número de indivíduos por hectare. Medeiros e Walter (2012), em estudos do Cerrado *sensu stricto* para o norte do Tocantins, no município de Filadélfia, encontraram 789 indivíduos por hectare, e Haidar, Dias e Felfili (2013), no Inventário Florestal da região sul do Tocantins, obtiveram para áreas de Cerrado *sensu stricto* a oscilação entre 692 e 1.582 indivíduos por hectare. Lemos (2013), analisando o cerrado típico de Palmas, encontrou 1.021 indivíduos por hectare. Isso leva a acreditar que algumas das áreas estudadas no Estado estão em bom estado de conservação e significativa representatividade de espécies da fitofisionomia, indicando a importância da proteção dessas áreas no Estado.

Libano (2004) verificou um aumento na densidade de indivíduos no Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, no Distrito Federal. A autora registrou valores crescentes de

densidade da flora lenhosa arbóreo-arbustiva local, com acréscimo de 65% entre os anos de 1997 e 2003, e justificou esse aumento com a ausência de perturbação externa e a proteção integral da área.

Com relação à riqueza de espécies, destacaram-se as famílias *Fabaceae*, com 15 espécies, *Malpighiaceae*, com 6, *Vochysiaceae*, com 4, *Myrtaceae*, *Rubiaceae*, *Apocynaceae*, *Bignoniaceae* e *Clusiaceae*, com 3 espécies cada. As demais famílias apresentaram um número menor do que 3 espécies cada. Os gêneros com maior diversidade foram *Byrsonima*, com 5 espécies, e *Tabebuia*, com 3 espécies.

Santos (2000), estudando o Parque do Lajeado (Tocantins), confirma que, na família *Fabaceae*, o destaque atribuído a elas pode ser, em parte, pelo sucesso de colonização, pelos diversos mecanismos de dispersão de sementes e pela capacidade de algumas espécies da família serem comprovadamente fixadoras de nitrogênio. Essa habilidade torna-se ainda mais importante em solos de cerrado, que, geralmente, são de baixa fertilidade.

Jesus, Felizatto e Scipiono (2008), estudando o Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, afirmam que as famílias mais bem representadas no seu estudo foram: *Fabaceae*, *Malpighiaceae*, *Vochysiaceae*, comparando com as famílias mais encontradas nesse estudo. Estudos do cerrado *sensu stricto* do município de Gurupi, no estado do Tocantins, realizados por Lima, Camargo e Souza (2013), também obtiveram resultados semelhantes, em que as famílias que apresentaram maior número de espécies foram: *Leguminosae* (*Caesalpinhaceae*, *Fabaceae* e *Mimosaceae*), seguidas pelas famílias *Myrtaceae*, *Rubiaceae* e *Annonaceae*. As mesmas famílias, *Leguminosae*, *Malpighiaceae*, *Myrtaceae*, *Vochysiaceae* e *Rubiaceae*, comumente se destacaram no Cerrado *sensu stricto*, em estudo realizado por Neri *et al.* (2007), no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.

A família *Vochysiaceae* teve um destaque nesse estudo, em que 306 indivíduos foram encontrados nas 10 parcelas. Carvalho *et al.* (2008) comunicam que muitas de suas espécies são consideradas típicas acumuladoras de alumínio e de fácil dispersão, facilitando assim seu estabelecimento nos solos ácidos do Cerrado *sensu stricto*, o que pode justificar a representatividade dessa família no ambiente estudado.

Esse resultado também pode ser comparado com outros estudos em Cerrado *sensu stricto* no Brasil Central, nos quais essa mesma família ocupa quase sempre posição de destaque em número de indivíduos nas lenhosas (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 1993; FELFILI *et al.*, 1994; Felfili, 2001). Em estudo realizado na região sul do Tocantins, por Haidar, Dias e Felfili (2013), a família *Vochysiaceae* também se destacou dentre as 15 famílias mais ricas encontradas no Cerrado *sensu stricto*.

As espécies mais importantes com relação à abundância encontrada neste estudo foram: *Qualea parviflora* (189), *Myrcia sellowiana* (133), *Sclerolobium paniculatum* (72), *Caryocar coriaceum* (65), *Qualea grandiflora* (62), *Davilla elliptica* (52) e *Byrsonima crassa* (49).

A espécie *Qualea parviflora* foi a mais abundante dentro da comunidade amostrada, com 189 indivíduos. Fisicamente, pode-se afirmar que essa espécie é a mais característica da vegetação do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas.

Esse resultado, para essa mesma espécie, também foi encontrado por Jesus, Felizatto e Scipione (2008), no Cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal, com 125 indivíduos por hectare. Medeiros e Walter (2012) também registraram a *Qualea parviflora* dentre as nove espécies mais abundantes no Cerrado *sensu stricto* do norte do Tocantins. Silveira (2010) observou que, na estrutura da comunidade estudada no Cerrado *sensu stricto* do noroeste do Mato Grosso, uma das espécies dominantes no levantamento também foi a *Qualea parviflora*.

Na Figura 9, estão representadas as 15 espécies mais frequentemente encontradas nas 10 parcelas estudadas.

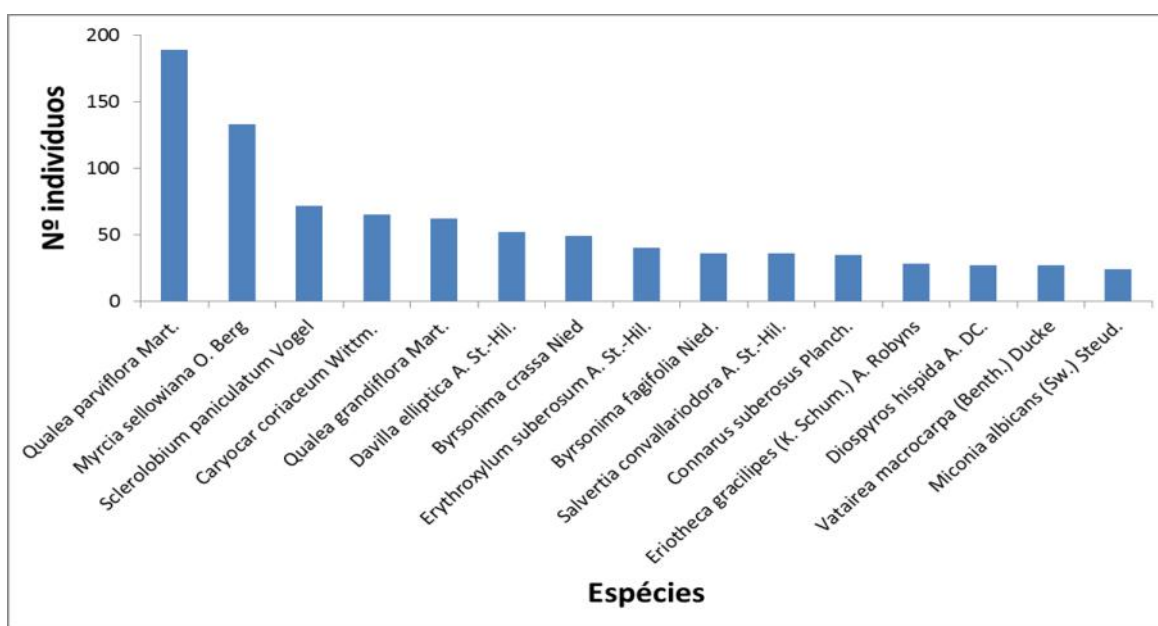


Figura 9: Espécies mais frequentes do Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, Tocantins
Fonte: elaborado pela autora.

No Quadro 2, estão representados por parcela os resultados do levantamento florístico realizado no cerrado *sensu stricto* do município de Palmas.

Quadro 2: Resultados do levantamento do número de Famílias, Gêneros e Espécies por parcela amostrada do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins, julho de 2014

Parcelas	Áreas	NF	Nsp	Ni	Ni.ha ⁻¹
1	Parque Cesamar	15	21	91	910
2	Parque Cesamar	16	26	119	1190
3	Reserva da UFT	19	31	193	1930
4	Parque Estadual Lajeado	11	19	95	950
5	Parque Estadual Lajeado	22	34	168	1680
6	Parque Estadual Lajeado	15	25	95	950
7	Reserva Aeroporto	16	28	101	1010
8	Reserva Aeroporto	23	34	141	1410
9	APA Serra Lajeado	18	28	112	1120
10	APA Serra Lajeado	21	32	157	1570
Total		33	68	1.272	1272

NF: N. de famílias; Nsp: Número de espécies; Ni: N. total de indivíduos

Fonte: elaborado pela autora.

Dessa forma, o resultado obtido neste estudo, para o parâmetro número de espécies/hectare, que foi de 68 espécies, pode ser considerado dentro dos padrões de maiores riquezas, quando comparados com outros estudos no Tocantins e no Brasil. Haidar, Dias e Felfili (2013) também encontraram elevada riqueza para o Cerrado *sensu stricto* da região sul do estado Tocantins, que variou de 56 a 139 espécies por hectare. No mesmo estudo, os autores constataram que as variações da geologia, solos e relevo são os principais fatores que condicionam a variação florística e estrutural entre áreas de Cerrado *sensu stricto* das diferentes bacias hidrográficas do Estado. Medeiros e Walter (2012), nos levantamentos florísticos realizados no norte do Tocantins, descreveram o número de 54 espécies e 24 famílias para o Cerrado *sensu stricto*.

As parcelas que se destacaram, levando em consideração a riqueza, foram: a parcela 8, com 23 famílias e 34 espécies; a parcela 5, com 22 famílias e 34 espécies; a parcela 10, com 21 famílias e 32 espécies; e a parcela 3, com 19 famílias e 31 espécies. Convém ressaltar que as mesmas parcelas (3, 5, 8, e 10) apresentaram os maiores números de indivíduos por parcela, 193, 168, 157 e 141, respectivamente, alcançando juntas 51,8% do total de indivíduos amostrados.

Segundo Felfili *et al.* (2004), os cerrados goianos das regiões de Serra Negra, Serra da Mesa, Chapada dos Veadeiros e Vila Propício figuram dentre os mais ricos do Brasil Central, ultrapassando o número de 80 espécies lenhosas (DB>5 cm) por hectare. Os autores ainda citam que o Cerrado *sensu stricto* raramente ultrapassa a cota de 100 espécies lenhosas por hectare.

Os resultados inferiores, observados nas parcelas 1, 2, 4, 6, 7 e 9, podem ser refletidos principalmente pela localização das áreas de estudo, a facilidade de acesso e, principalmente, o estado de conservação dessas áreas. As parcelas 1 e 2 estão localizadas no centro da cidade de Palmas e são visitadas constantemente pela população para trilhas ecológicas e, mesmo sendo área protegida, existe bastante trânsito de pessoas de forma inadequada, pequenos desmatamentos e problemas com queimadas anuais. A parcela 4 está alocada nas proximidades da área de edificação do parque, onde se encontram a recepção e a administração do parque. A parcela 6 encontra-se próxima ao viveiro de mudas, também de fácil acesso, trânsito de pessoas e constantes problemas de queimadas anuais. Mesmo sendo uma unidade de conservação, existem diversos problemas na sua manutenção.

O mesmo ocorre com a parcela 7, na APA Serra do Lajeado, pois as APAs são áreas de múltiplos usos, sendo permitidas atividades humanas aliadas à proteção à natureza, não sendo necessária a desapropriação total. Com isso, muitas vezes, o interesse econômico ultrapassa os interesses de conservação. Colen, Silva e Martins (2007) conferem ainda que a APA Serra do Lajeado, incluindo a área propriamente dita do Parque Estadual da Serra do Lajeado, encontra-se bastante antropizada, com ocorrência de desmatamentos e queimadas, relacionadas com a atividade de pecuária. Adicional a isso, tem-se a possibilidade de introdução de espécies vegetais exóticas nessas áreas.

Santos (2000) enfatiza que várias espécies de interesse madeireiro foram cortadas no Parque Estadual do Lajeado (PEL), enquanto ainda era uma APA. Atualmente, mesmo sendo considerada uma Unidade de Conservação, essa área ainda encontra-se fragilizada e propensa à degradação. Colen, Silva e Martins (2007) ressaltam também que a antropização e o desmatamento no Parque Estadual do Lajeado são evidentes, devido às imensas áreas de pastagens. Alertam que o parque necessita de mais subsídios para proporcionar uma estratégia de assegurar a biodiversidade do Cerrado.

2.3.2 Diversidade e equabilidade florística

O índice de diversidade de Shannon (H') obtido para todas as áreas foi de 3,45 nats/indivíduo, sendo a equabilidade (J') de 0,81. Esse valor de diversidade foi superior ao encontrado por diversos autores em levantamentos realizados em Cerrado no Tocantins e Brasil. Santos (2000), no levantamento do Parque do Lajeado no município de Palmas, estado

do Tocantins, obteve um índice H' de 3,19 nats/indivíduo. Em Inventário Florestal realizado em Cerrado *sensu stricto* da região sul do Tocantins, Haidar, Dias e Felfili (2013) observaram que o índice de H' variou entre 3,13 a 3,75 nats/indivíduo, enquanto Medeiros e Walter (2012), em estudos de diversidade do Cerrado *sensu stricto* realizados em Filadelfia, norte do Tocantins, afirmam que o índice encontrado foi de 3,32 e uma equabilidade (J'), igual a 0,83.

O índice de diversidade obtido neste trabalho, quando comparando com os resultados de trabalhos realizados na região centro-sul do País, inclusive em levantamentos realizados em Cerrado *sensu stricto*, é considerado superior aos índices encontrados. Conforme também pode ser observado pelos resultados encontrados por diversos autores a seguir.

Cavassan (1990), no Cerradão de Bauru, São Paulo, encontrou índice de 3,11; Meira-Neto (1991), no Cerrado *sensu stricto* de Águas de Santa Bárbara, São Paulo, obteve 3,37. Felfili *et al.* (1997), estudando 11 áreas de Cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha e Chapada dos Veadeiros, obtiveram um Índice de Shannon variando de 3,10 em Paracatu, MG, a 3,70 na Vila Propício, em Goianésia, GO. Para o Distrito Federal, esse mesmo índice de diversidade variou de 2,57 a 3,48 no Cerrado *sensu stricto* em levantamento realizado por Jesus, Felizatto e Scipiono (2008). Convém destacar que Carvalho *et al.* (2008), quando estudaram o Cerrado *sensu stricto* do sudeste de Goiás, obtiveram valores altos para riqueza de espécies (79), densidade (1.603 indivíduos.ha⁻¹), índices de diversidade de Shannon (3,88) e equabilidade de Pielou (0,88), sendo esses valores considerados superiores a diversas áreas de cerrado *sensu stricto* já estudadas. Maracahipes *et al.* (2011), estudando o Cerrado rupestre, obteve um índice de diversidade de espécies de 3,47 e uma equabilidade (J') de 0,78. Já para Santos-Diniz *et al.* (2012), no levantamento de cerrado feito no município de Iporá, Goiás, o índice de diversidade calculado foi de 2,8, considerado bastante baixo devido, principalmente, a uso antrópico da região.

2.3.3 Similaridade florística

A similaridade média entre as parcelas experimentais foi de 55%, obtida por meio do cálculo da média de similaridades entre as parcelas. Mediante a análise comparativa das 10 parcelas amostradas do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, podem ser observados grupos com forte similaridade florística acima de 70%. O Dendrograma de Análise de Agrupamentos (UPGMA), conforme mostra a Figura 10, apontou a formação de três grupos

bem consistentes. No grupo um: as parcelas 2, 8, 7, 3 e 10 apresentaram índice entre 62% a 74% de similaridade; no grupo dois: as parcelas 9, 1, 4 e 6 de 50% a 60% de similaridade; e no grupo 3: a parcela 5 com 48% de similaridade, reforçando o número maior de espécies diferentes.

No geral, analisando o dendrograma, existe variação significativa na composição florística entre as áreas comparadas, pois existem similaridades inferiores a 50%, evidenciando a ocorrência de padrões florísticos regionais, levando em consideração o fato das parcelas pertencerem à mesma região de Cerrado no município de Palmas.

A heterogeneidade encontrada no componente lenhoso nas 10 parcelas estudadas corrobora com os resultados obtidos em outros trabalhos, que mostram a existência de padrões fitogeográficos no Bioma Cerrado, baseados na distribuição das suas espécies lenhosas (CASTRO, 1994; FELFILI *et al.*, 1994; RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 1996; RATTER *et al.*, 2000; FELFILI, 2001). Para Balduino *et al.* (2004), essas diferenças encontradas indicam que as espécies do Cerrado *sensu stricto* se caracterizam por se distribuírem espacialmente em "mosaicos", sempre com uma combinação de menos de 100 espécies por área estudada, e mesmo as comunidades situadas em áreas próximas apresentam-se florística e estruturalmente diferenciadas (FELFILI; SILVA-JUNIOR, 1993).

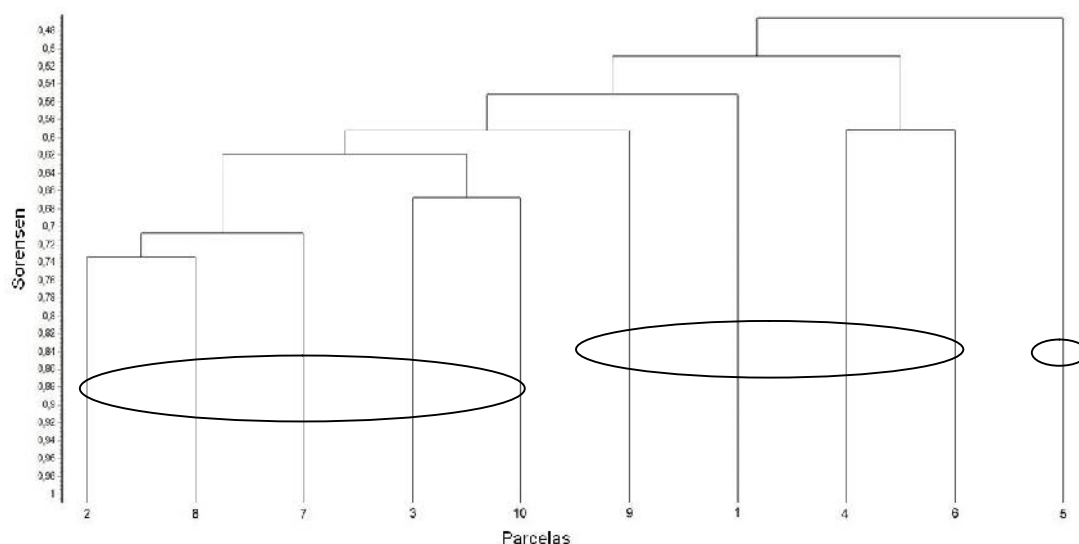


Figura 10: Dendrograma de análise de agrupamento da distância média (UPGMA), 2014

Fonte: elaborado pela autora.

2.3.4 Esforço amostral

Observando-se a estabilização da curva do esforço amostral na Figura 10, a estimativa da riqueza e o padrão encontrado na curva espécie-área demonstram o aumento significativo no número de espécies nos primeiros 5.000m² amostrados. Observa-se a partir daí uma tendência de estabilização da curva e pequenos acréscimos no incremento de novas espécies a cada 1.000m², confirmando que o tamanho da amostra foi suficiente.

Dessa forma, nos 5.000 m² (0,5 ha), os resultados indicaram uma tendência na caracterização das espécies na área estudada. Vale ressaltar que a área de amostragem utilizada neste estudo, 1 ha, foi a preconizado por Felfili (2001), para levantamentos em Cerrado *sensu stricto*. Assim, o número de espécies registradas no levantamento florístico mostrou-se dentro do esperado, estando de acordo com outros estudos que empregaram a mesma metodologia para essa fisionomia.

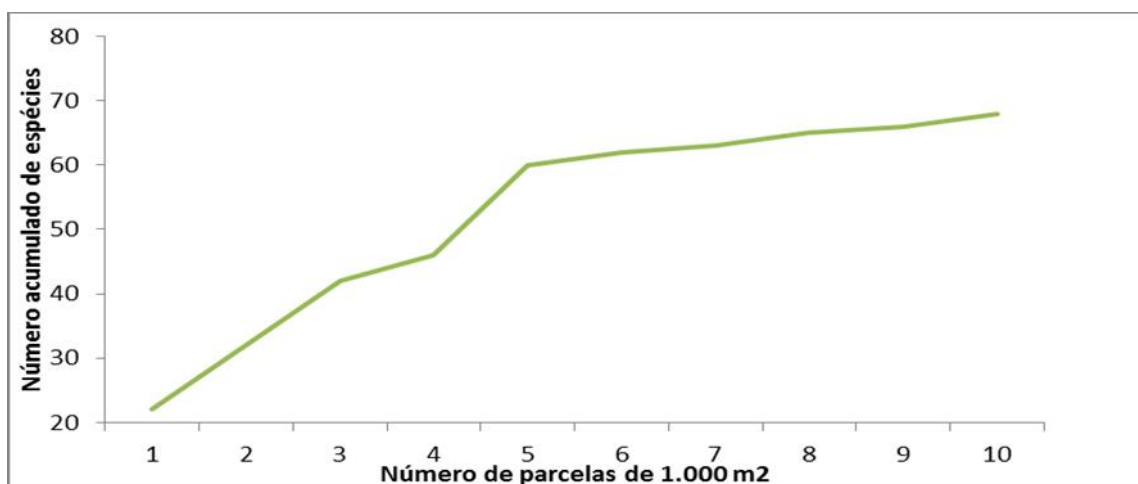


Figura 11: Curva espécies-áreas do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins, 2014
Fonte: elaborado pela autora.

Esses resultados estão em concordância com os obtidos por Medeiros e Walter (2012), no Cerrado *sensu stricto* do norte do Tocantins, onde a curva espécie-área também apresentou tendência à estabilização na metade da amostra (0,5 ha), com 80,2% das espécies incluídas. Para Maracahipes *et al.* (2011), a curva de acumulação de espécies apresentou tendência à estabilização a partir da sexta parcela, em que 97,6% das espécies amostradas já haviam sido registradas, sugerindo que o esforço amostral foi suficiente na determinação da composição florística local da flora lenhosa do cerrado rupestre do Mato grosso. Assunção, Felfili *et al.*

(2004), no Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, relatam que, a partir de 3.000 m² de área amostrada, começou a redução no número de novas espécies encontradas, e na sétima parcela, 90% do total de espécies já tinham sido amostrados.

2.4 CONCLUSÃO

O Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas apresentou uma densidade expressiva de 1.272 indivíduos, distribuídos em 68 espécies e 33 famílias e índice de diversidade de 3,43 nats/indivíduo, e pode ser considerado uma região com expressiva riqueza e diversidade de espécies arbustivo/arbóreo do Bioma Cerrado. Essa elevada riqueza está diretamente associada à estrutura da vegetação, cujos valores de diversidade sugerem uma elevada heterogeneidade e baixa dominância ecológica.

Convém destacar as espécies *Qualea parviflora*, *Myrcia sellowiana*, *Sclerolobium paniculatum*, *Caryocar coriaceum*, *Qualea grandiflora*, *Davilla elliptica* e *Byrsonima crassa*, que foram as espécies de maior abundância neste estudo, o que corrobora com resultados de outros estudos em Cerrado *sensu stricto* no Brasil.

A similaridade entre as parcelas estudadas foi considerada forte, ressaltando que em nenhum caso houve alta similaridade em áreas onde tinham duas ou mais parcelas, e mesmo as parcelas situadas em áreas próximas apresentam-se florística e estrutura diferenciadas.

Mesmo com a considerável proteção que as parcelas estudadas apresentam por estarem localizadas em Reservas, Parques, Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Proteção Ambiental (APA), algumas já se mostraram mais fragilizadas devido, principalmente, aos fatores de facilidade de acesso, falta de fiscalização quanto ao uso pela população, frequência das queimadas e corte de madeira. Dessa forma, o número de indivíduos e espécies levantados se mostraram inferiores às outras parcelas amostradas e que não ficaram expostas a essas fragilidades, confirmando, assim, a necessidade de mecanismos de proteção e uso mais eficientes e sustentáveis.

Baseando-se nos resultados encontrados, sugere-se que as informações adquiridas no levantamento das áreas estudadas possam subsidiar melhorias no processo de conservação dessas áreas e auxiliar no desenvolvimento e na implementação das políticas de conservação e de sustentabilidade no estado do Tocantins. Sugere-se, também, que o cerrado *sensu stricto* do município de Palmas venha a servir de referência da riqueza florística do Bioma Cerrado e

possa servir de incentivo a novos levantamentos para o estudo da biodiversidade em outras regiões do estado do Tocantins e do Brasil.

2.5 REFERÊNCIAS

ABREU, G. B.; ARRAES, F. DA S.; PEREIRA, R. C. S.; SILVA, J. H. L.; SOUSA, S. R.; SOUZA, G. A. **Caracterização do parque Cesamar no município de Palmas-TO**. Palmas: Universidade Católica do Tocantins, 2010.

APG III. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. London: Botanical Journal of the Linnean Society, 2009

ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. **Fitossociologia de um fragmento de cerrado sentido restrito na APA do Paranoá, DF, Brasil**. n. 18, v. 4. São Paulo: Acta Botânica Brasílica, 2004.

BALDUINO, A. P. DO C.; SOUZA, A. L. DE; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. DA; SILVA JÚNIOR, M. C. da. **Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba-MG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Revista Árvore, 2004.

CARVALHO, F. A.; RODRIGUES, V. H. P.; KILCA, R. V.; SIQUEIRA, A. S.; ARUJO, G. M.; SCHIAVINI, I. **Composição Florística, Riqueza e Diversidade de um Cerrado *Sensu Stricto* no sudeste do Estado de Goiás**. v. 24, n. 4. Uberlândia: Biosci. J., 2008.

CASTRO, A. A. J. F. **Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994.

CAVASSAN, O. **Florística e fitossociologia da vegetação lenhosa em um hectare de cerrado no Parque Ecológico Municipal de Bauru (SP)**. Tese Doutorado. Campinas: UNICAMP, 1990.

COLEN, A. G. N.; SILVA, D. S. DA; MARTINS, A. K. E. **Elaboração de mapas de Geounidades do Parque Estadual de Lajeado no município de Palmas – TO**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, 2007.

FELFILI, J. M. Distribuição dos diâmetros de quatro áreas de cerrado *sensu stricto* na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. In: FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2001.

FELFILI, J. M. *et al.*. Comparação do cerrado (*sensu stricto*) nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: LEITE, L. L.; SAITO, T. H. (Eds.). **Anais Congresso de Ecologia do Brasil**. Brasília: UNB, Departamento de Ecologia, 1997.

_____. **Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos**. v. 12. Bahia: UFBA, Caderno de Geociências, 1994.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

FELFILI, J. M.; SILVA-JUNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V. **Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil**. v. 175. The Netherlands: Plant Ecology, 2004.

FELFILI, J. M.; SILVA-JUNIOR, M. C. **A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil**. Cambridge: Journal of Tropical Ecology, 1993.

HAIDAR, R. F.; DIAS, R. R.; FELFILI, J. M. Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (Seplan). Departamento de Pesquisa e Zoneamento Ecológico - Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. **Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins**. Regiões Fitoecológicas da Faixa Sul. Escala 1:100.000. v. 2/9. Palmas: Seplan/DZE, 2013.

JESUS, R. S; FELIZATTO, S. J.; SCIPIONO, M. C. **Riqueza e diversidade florística da vegetação arbórea em áreas de cerrado *sensu stricto* e cerradão no Distrito Federal, Brasil**. Brasília-DF: IX Simpósio Nacional de Cerrado, II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais, 2008.

LEMOS, H. L. **Vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Brasília: Universidade de Brasília – UnB, 2013.

LIBANO, A. M. **Mudanças na composição florística e na fitossociologia da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* na Fazenda água Limpa (FAL), DF, em um período de 18 anos (1985-2003)**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Brasília: Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, 2004.

LIMA, D. P.; CAMARGO, M. O.; SOUZA, P. B. **Análise florística do astrato arbustivo-arbóreo da vegetação de uma área de cerrado *Sensu Stricto*, Gurupi-To**. Palmas – Tocantins: 9º Seminário de Iniciação Científica, 2013.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Chapman and Hall, 1988.

MARACAHIPES, L.; LENZA, E.; MARIMON, B.S.; OLIVEIRA, E.A.; PINTO, J. R. R.; MARIMON, JR. B. H. 2011. **Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil**.

Disponível em:
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn02111012011>. Acesso em: 25 abr. 2014.

MEDEIROS, M. B.; WALTER, B. M. T. **Composição e estrutura de comunidades arbóreas de cerrado *sensu stricto* no norte do Tocantins e sul do Maranhão.** v. 36, n. 4. Viçosa-MG: Revista árvore, 2012.

MEIRA-NETO, J.A.A. **Composição florística e fitossociologia de fisionomias de vegetação de cerrado *sensu lato* da Estação Ecológica de Santa Bárbara (E.E.S.B.), município de Águas de Santa Bárbara, estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Campinas: UNICAMP, 1991.

MORI, S. A. *et al.* **Manual de manejo de herbário fanerogâmico.** Ilhéus, BA: Centro de Pesquisas do Cacau, 1985.

NERI, A. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. DA; MARTINS, S. V.; JUNIOR, A. W. S. **Composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* no município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de cerrado em Minas Gerais.** v. 31, n. 6. Viçosa-MG: Revista Árvore, 2007.

PEDREIRA, F.R.B.; ALVES, L.R.; LOLIS, S DE F.; VIANA, R. H. O. **Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas em uma área de cerrado *sensu stricto* no município de Porto Nacional, TO.** v. 4, n. 1. Porto Nacional: Gl. Sci. Technol., 2011.

PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L.; FERNANDES, F. A. S. **Agrupamento e ordenação.** O Ecologico Brasilienses, volume II: Tópicos em tratamento de dados biológicos. Programa de pós graduação em ecologia. Rio de Janeiro: Instituto Biologia, UFRJ, 1995.

R PROJECT. **The R Project for Statistical Computing.** Institute for Statistics and Mathematics. Albacete, Spain: University of Castilla-La Mancha. 2010. Disponível em: <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 25 abr. 2014.

RATTER, J. A. *et al.* **Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo Bioma Cerrado.** v. 5. Mato Grosso: Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer, 2000.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. **Espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do Bioma Cerrado.** v. 7. Mato Grosso: Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer, 1996.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; BATMANIAN, G. J. **Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina-DF.** v. 8. Planaltina: Revista Brasileira de Botânica, 1985.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M. *et al.* (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2008.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.. Fitofisionomias do Bioma Cerrado: In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 1998.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998.

SANTOS, E. R.. **Análise florística e estrutura fitossociológica da vegetação lenhosa de um trecho de cerrado sensu stricto do Parque Estadual do Lajeado, Palmas - TO**. Dissertação de mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SANTOS-DINIZ, V. S. dos.; SILVA, A. R. L. da; RODRIGUES, L. D. M; CRISTOFOLI, M.. **Levantamento florístico e fitossociológico do parque municipal da cachoeirinha, município de Iporá, Goiás**. v. 8, n. 14. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 2012.

SEMADES. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. NATURATINS. Instituto Natureza do Tocantins. **Relatório de sustentabilidade, 2010, 2011, 2012**. Palmas: SEMADES/NATURATINS, 2012.

_____. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. NATURATINS. Instituto Natureza do Tocantins. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Lajeado**. Palmas: SEMADES/NATURATINS, 2003.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6. ed. Palmas: Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, 2012.

SILVEIRA E. P. **Florística e estrutura da vegetação de cerrado sensu stricto em terra indígena no noroeste do estado de Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais. Cuiabá (MT): Universidade Federal de Mato Grosso, 2010.

TOCANTINS. **Governo do Estado do Tocantins**. 2012. Disponível em: <<http://portal.to.gov.br>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

_____. **Governo do Estado do Tocantins**. 2011. Disponível em: <<http://portal.to.gov.br>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

_____. **Governo do Estado do Tocantins**. 2003. Disponível em: <<http://portal.to.gov.br>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

VALE, A. T. **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado sensu stricto da região de Brasília para uso energética**. Tese (Doutorado em Agronomia). Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo, 2000.



CAPÍTULO 3

**ESTOQUE DE CARBONO ACIMA DO SOLO DO CERRADO *SENSU STRICTO*
NO MUNICÍPIO DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL**

3 ESTOQUE DE CARBONO ACIMA DO SOLO DO CERRADO *SENSU STRICTO* NO MUNICÍPIO DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar o estoque de carbono a cima do solo da vegetação lenhosa do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins. A área de estudo foi amostrada seguindo as diretrizes do Manual de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal, sendo implantadas 10 parcelas de 20x50 m totalizando uma área de 1 hectare (10.000 m²). O inventário da vegetação foi realizado através dos seguintes parâmetros: altura da planta medida com régua telescópica graduada de 15 m e diâmetro de base (Db > 5cm) medido a 30 cm do solo com fita métrica. Todos os indivíduos vivos e mortos em pé foram registrados e classificados de acordo com a família, gênero e espécie *in situ*. Quando não identificados, amostras foram coletadas (flores, folhas frutos) e encaminhadas ao herbário da Unitins, HUTO para identificação e confecção de exsicatas. Para a estimativa do estoque de carbono foram considerados árvores mortas e vivas em pé e serrapilheira. O estoque de carbono foi estimado com base na equação alométrica desenvolvida para o mesmo Bioma Cerrado *sensu stricto* estudado, onde: $EC = -0,24564 + 0,01456.Db^2.H$. O estoque de carbono da serrapilheira foi obtido através da diferença entre o peso verde e o peso seco e a concentração de carbono usada para serrapilheira foi de 51% do peso seco. O estoque de carbono total acima do solo para o cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins, considerando árvores vivas e mortas em pé mais a serrapilheira, foi de 23,78 t.ha⁻¹. As espécies dominantes são *Qualea parviflora*, *Myrcia selowiana*, *Caryocar coriaceum*, *Sclerolobium paniculatum*, *Qualea grandiflora* e *Byrsonima crassa*, *Salvertia convallariaeodora* e *Davilla elliptica*. Estes resultados demonstram a considerável capacidade de estoque de carbono desta fitofisionomia estudada para a redução do efeito das mudanças climáticas através da contenção do desmatamento no estado do Tocantins. Neste sentido, se torna relevante os esforços para conservação das áreas remanescente do Bioma Cerrado e a melhoria dos processos de criação e gestão das Unidades de Conservação (UC) no estado do Tocantins.

Palavras-chave: Carbono, Cerrado, Mudanças climáticas.

ABSTRACT

This objective of this study was to evaluate the above-ground carbon stock of the woody biomass of the biome Cerrado *sensu stricto* of the municipality of Palmas, Tocantins. The study area was sampled and plotted following the guidelines of the Manual of Permanent Plots of Cerrado and Pantanal Biomes, by establishing 10 plots with 20x50m, totaling an area of 1 ha (10.000m²). The inventory of biomass was conducted using the following parameters: plant height measured with a graduated telescopic ruler 15m in length and base diameter (Db only if > 5 cm) measured at 30 cm above-ground with a measuring tape. All standing individuals, both alive and dead, were catalogued and classified according to their botanical family, genus, and species *in situ*. When unidentified, samples were collected (flowers, leaves,

and fruits) and later analyzed at the Herbarium of the University at Tocantins (UNITINS - HUTO) for identification and preparation of herbarium specimens. To measure the carbon stock, both alive and dead standing trees were surveyed, along with the foliar litter. The carbon stock was estimated based on an allometric equation developed for the same Cerrado *sensu stricto* studied, where: $EC = -0.24564 + 0.01456 \text{ Db}^2.H$. The carbon stock of foliar litter was obtained from the difference between the fresh weight and dry weight and the concentration of carbon used was 51% of the dry weight. The total above-ground carbon stock of the biome Cerrado *sensu stricto* of the municipality of Palmas, Tocantins, considering alive and dead standing trees plus foliar litter, was 23.77 t.ha^{-1} . The predominant species are *Qualea parviflora*, *Myrcia selowiana*, *Caryocar coriaceum*, *Sclerolobium paniculatum*, *Qualea grandiflora* e *Byrsonima crassa*, *Salvertia convallariaeodora* and *Davilla elliptica*. These results demonstrate the outstanding carbon storage capacity of this botanical physiognomy studied to the reduction of climate change by the reduction of deforestation in the state of Tocantins. In this sense, the efforts to protect the remaining native zones of the biome Cerrado areas and the improvement of the policy-making for the creation and management of Protected Areas (PAs) in the state of Tocantins becomes highly relevant.

Keywords: Carbon Stock, Cerrado, Climate Change, Biome, Climate Change, Litter, Forest Inventory, Natural Protection, Forest Conservation

3.1 INTRODUÇÃO

Já é de conhecimento geral que mais da metade das emissões brasileiras dos gases de efeito estufa – GEE são provenientes da mudança do uso da terra, em particular dos desmatamentos da Amazônia e do Cerrado. Com isso, as atividades antropogênicas têm sido responsáveis por grande parte das alterações climáticas ocorridas em escala global. Mais especificamente, as atividades realizadas pelo ser humano estão alterando o balanço da radiação terrestre devido ao aumento da emissão dos gases de efeito estufa, provocando o aumento da temperatura na terra (FBMC, 2010a; IPCC, 2007; IPCC, 2003).

Um dos grandes desafios de hoje passa a ser a mitigação ou a redução dos efeitos das mudanças climáticas globais, devido aos impactos desse fenômeno sobre os seres humanos e os ecossistemas que sustentam as formas de vida na terra. Dessa forma, uma série de políticas sobre mudança do clima, segurança na oferta de energia e, principalmente, desenvolvimento sustentável, tem proporcionado alguns efeitos positivos na redução dos GEE's em diferentes setores e em muitos países. O Brasil apresenta condições de contribuir significativamente na diminuição nas suas emissões, por meio do combate ao desmatamento, bem como na substituição de tecnologias impróprias por tecnologias mais limpas (FBMC 2010c).

Segundo Rezende e Merlin (2009), durante a Eco 92, que aconteceu no Rio de Janeiro, dois importantes instrumentos para discussão e combate das alterações globais foram assinados: 1) a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, que vem trazendo avanços e resultados práticos sobre definição de metas e na diminuição dos GEE's; e 2) a Convenção sobre Diversidade Biológica que, mesmo com os avanços nas pesquisas, não permitiu mostrar ou quantificar a perda da biodiversidade, constituindo dessa forma um dos maiores problemas desta década, com a perda de milhares de hectares de florestas e de espécies ainda desconhecidas.

No estado do Tocantins, o envolvimento referente ao assunto das mudanças climáticas teve início em 2003, com a criação da Política Municipal de Mudanças Climáticas, instituída pela Lei n. 1.182, de 13 de maio de 2003, para o município de Palmas. Em abril de 2008, foi aprovada a Lei n. 1.917, de 17 de abril de 2008, referente à Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins e, em 2007, o Estado cria um espaço de discussão por meio do Fórum Estadual de Mudanças Climáticas Globais e Biodiversidade do Tocantins. A partir de 2011, o Estado passa a ser Membro Observador do GCF – Força Tarefa dos Governadores, para o Clima e Florestas, permitindo a troca de experiências entre os estados, com diferentes avanços no desenvolvimento de políticas de Clima e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e REDD+ (TOCANTINS, 2012).

As florestas cobrem 30% da superfície da terra e podem fixar em torno de 85% do carbono orgânico, tanto na biomassa acima, como abaixo do solo, o que justifica a viabilidade da utilização de práticas florestais em projetos de sequestro de carbono (WATZLAWICK *et al.*, 2002).

A proporção de carbono absorvido pelas florestas está relacionada com o seu crescimento e sua idade, ou seja, quanto mais jovens e em crescimento, podem remover maior quantidade de carbono (HADDAD, 2013).

O IPCC (2003) relata que o carbono pode estar armazenado nas seguintes formas: na biomassa viva acima do solo (tronco, ramos, casca, folhas, flores e frutos); na biomassa viva abaixo do solo (parte do tronco e as raízes); na biomassa morta acima do solo (madeira morta em pé ou caída sobre o solo); na serrapilheira (biomassa morta acima do solo); no solo, mineral ou orgânico (inclui as raízes menores do que 2 mm de diâmetro).

Segundo Lindner e Karjalainen (2007), há duas maneiras de se mensurar as perdas ou o acúmulo de carbono em uma determinada região: a) mensurando as mudanças no estoque; e

b) mensurando o fluxo de entrada e de saída. Alternativas metodológicas têm sido desenvolvidas para se medir o fluxo desse elemento nos ecossistemas, como, por exemplo, o estudo de modelos que medem a sua concentração na atmosfera, a utilização do sensoriamento remoto, modelos de simulação e modelos que relacionam a retenção de nitrogênio e carbono em ecossistemas.

A metodologia padrão utilizada baseia-se em dados de inventário florestal, com a qual se determinam relações alométricas que utilizam variáveis como o fator de expansão de biomassa e a densidade média de carbono por espécie ou por tipo florestal, que convertem volume de madeira em biomassa e, posteriormente, em carbono. Higuchi *et al.* (2004) confirmam que a estimativa de estoque de carbono pode ser obtida do produto da biomassa florestal pela concentração de carbono.

De acordo com Correia *et al.* (2006), a parte aérea da vegetação é fundamental para geração e regulação dos processos que compõem o ciclo do carbono e representa a parte mais visível do ecossistema, pois nas folhas está a principal via de entrada de carbono no ecossistema, o que contribui para que seja mais bem avaliada. Entretanto a maior parte de biomassa do Cerrado encontra-se na região subterrânea, devido à adaptação contra a frequente influência do fogo e também devido às características físicas do ambiente, que definem a morfofisiologia de cada formação vegetal.

Estudos da biomassa aérea da vegetação do Bioma Cerrado apresentam valores de 11 a 52 t ha⁻¹ (FEARNSAIDE, 1994), de 12 a 38 t ha⁻¹ (SANTOS, 1998), de 25 t ha⁻¹, (CASTRO; KAUFFMANN, 1998), de 26 t ha⁻¹ (ABDALA *et al.*, 1998). A diferença encontrada deve-se, principalmente, à heterogeneidade fitofisionômica da vegetação, as diferentes metodologias de amostragem e o regime de queimadas nas áreas amostradas. A serrapilheira, liteira ou *litter*, é representada pela camada de material morto proveniente da biomassa aérea da vegetação que permanece no solo até ser decomposta pelos processos físico, químico e biótico que ocorrem nessa fração do ecossistema. A serrapilheira representa um importante estoque de carbono, acumulando uma quantidade duas a três vezes mais alta que a atmosfera, sendo as estimativas na ordem de 6,65 t.ha⁻¹ (REZENDE, 2003).

É importante ressaltar que, embora no Cerrado *sensu stricto* a biomassa acima do solo estoque quantidades bem menores de carbono do que os demais componentes do ecossistema (raízes e solos), a sua presença é importante para a manutenção do fluxo de carbono no ecossistema (PAIVA; REZENDE; PEREIRA, 2011).

Rezende e Felfili (2004) destacam ainda que, em estudos no Cerrado *sensu stricto*, o valor do estoque de carbono total encontrado foi de 305,83 t.ha⁻¹, e 88% (269,13 t.ha⁻¹) desse total corresponderam ao estoque presente no solo, 7,31% (22,35 t.ha⁻¹) às raízes e 4% (12,23 t.ha⁻¹) à parte aérea, formada por troncos, galhos e serrapilheira, e que valores entre 250 e 300 t.ha⁻¹ são comuns para esse tipo de fitofisionomia.

Portanto, atenção especial deve ser dada ao Cerrado *sensu stricto*, que representa cerca de 70% do Bioma Cerrado, e cuja conversão indiscriminada para outros fins pode proporcionar grandes modificações no estoque de carbono presente no ecossistema.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi estimar o estoque de carbono acima do solo, do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins, uma vez que o Cerrado do Estado é considerado a última fronteira agrícola do Brasil.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da área de estudo, descrição das áreas experimentais e demarcação das parcelas

O procedimento utilizado para essas atividades foi o mesmo descrito no capítulo 2 desta tese.

3.2.2 Coleta de dados

3.2.2.1 Inventário da vegetação

O levantamento florístico da vegetação arbórea/arbustiva foi realizado no mês de julho de 2013, seguindo as diretrizes do Manual de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005), em 10 parcelas experimentais de 20x50m, totalizando 10.000 m², equivalente a 1 hectare de esforço amostral.

A amostragem foi realizada em todos os indivíduos arbóreos/arbustivos vivos, ou mortos em pé, com diâmetro de base (Db) maior ou igual a 5cm, medidos com fita diamétrica

a 30cm do solo, tomando-se também a altura total dos indivíduos, que foram medidos com auxílio de vara telescópica graduada de 15m.

As espécies foram identificadas no campo quando possível, caso contrário, foram coletadas e herborizadas, segundo o proposto por Mori *et al.* (1985). As amostras de material botânico foram depositadas no Herbário da Fundação Universidade do Tocantins (UNITINS/HUTO). Cada indivíduo amostrado foi identificado botanicamente em nível de família, gênero e espécie.

O sistema utilizado para a classificação das famílias foi o APGIII (2009), e a identificação das espécies foi realizada por meio de comparações com a coleção botânica do herbário da UNITINS. Para a certificação dos autores e a conferência das espécies, foi utilizado o site W3 TROPICOS, bem como consultas a especialistas do estado do Tocantins.

3.2.2.2 Caracterização da vegetação lenhosa arbóreo-arbustiva

A partir dos dados do inventário florestal, foram determinados os valores absolutos e relativos de densidade e dominância (área basal) e o índice de valor de cobertura (IVC) (FELFILI; REZENDE, 2003), por espécie, visando a caracterizar a cobertura arbóreo-arbustiva local.

3.2.2.3 Estimativa da biomassa e do estoque de carbono acima do solo

Para a estimativa da biomassa e estoque de carbono acima do solo, foram consideradas árvores inteiras (tronco, galhos) e serrapilheira. O valor de biomassa e estoque de carbono consideraram tanto as árvores vivas quanto árvores mortas em pé, e em cada parcela foram estimados a biomassa e o estoque, com base nas equações alométricas desenvolvidas para o mesmo Cerrado *sensu stricto* estudado por Rezende *et al.* (2006), conforme a seguir.

Biomassa:

$$BV = 0,03047.Db^{2,271}.H^{0,89748}$$

Onde:

Db = diametro de base (cm)

H = Altura total (m)

Carbono

$$EC = - 0,24564 + 0,01456.Db^2.H$$

Onde:

EC = estoque de carbono em kg por árvore

Db = diâmetro da base, tomado a 0,30 m do solo (cm)

H = altura total da árvore (m)

Essa equação considera todos os indivíduos lenhosos com diâmetro da base, tomado a 0,30 m do solo, igual ou superior a 5 cm. Na estimativa do estoque de carbono, esse modelo considera um conteúdo de carbono total correspondente a 50% da biomassa seca.

Para a amostragem da serrapilheira, foi considerado como biomassa todo material presente na superfície do solo, tais como fragmentos de madeira, de todos os diâmetros, liteira, gramíneas e pequenas herbáceas mortas.

A coleta da serrapilheira foi realizada nas 10 parcelas experimentais, sendo três locais de coleta definidos aleatoriamente dentro de cada parcela. Foi utilizado um quadrado confeccionado com cano de plástico PVC, nas dimensões de 0,50x0,50m. Toda a serrapilheira contida dentro do quadrado de PVC foi coletada, totalizando 30 amostras para as 10 parcelas (1 ha).

Para determinação da massa verde da serrapilheira contida nos quadrados amostrados, foi utilizada uma balança de precisão 0,01 g. Após pesado, o material foi colocado em estufa com circulação forçada de ar, a 60°C, por 72 horas, para secagem. Em seguida, foi determinada a massa seca das amostras e o respectivo estoque de carbono analisando a diferença entre o peso verde e o peso seco.

A concentração de carbono usada para serrapilheira foi de 51% do peso seco, valor também empregado por Castro (1996) para a biomassa de serrapilheira, em áreas de cerrado *sensu stricto*. Após obtenção do estoque de carbono por amostra de serrapilheira, foi feita uma extrapolação do estoque por hectare.

A partir do estoque de carbono obtido para os indivíduos lenhosos arbóreo-arbustivos do Cerrado *sensu stricto* estudado, foi calculado o estoque de carbono total acima do solo desses componentes por espécie, bem como o estoque médio de carbono acima do solo, por

indivíduo dentro de cada espécie. Os indivíduos lenhosos foram distribuídos em classes de diâmetro, e o estoque de carbono foi quantificado para cada classe, sendo o intervalo adotado para este estudo o de 4 cm, conforme Felfili e Silva-Júnior (1988), que o adotaram em outros estudos realizados no Cerrado *sensu stricto*.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Caracterização da vegetação lenhosa arbóreo-arbustiva

A partir do inventário da vegetação, foram encontrados no total 1.272 indivíduos arbóreos-arbustivos, sendo 1.230 vivos e 42 mortos em pé por hectare, distribuídos em 33 famílias, 57 gêneros e 68 espécies, mais uma não identificada.

Estudos fitossociológicos padronizados para o Cerrado *sensu stricto* (FELFILI *et al.*, 1997, 2000, 2001) mostram que a densidade pode variar entre 664 a 1396 ind.ha e a área basal de 5,8 a 11,3 m².ha⁻¹.

Portanto, os valores de densidade e área basal, 1272 ind.ha⁻¹ e 14,14 m², respectivamente, obtidos neste estudo, estão dentro da faixa encontrada em trabalhos com metodologia similar para o Cerrado *sensu stricto*, demonstrando que essa área é bastante representativa do cerrado *sensu stricto* do Brasil Central, quanto a sua estrutura.

Os valores de densidade, dominância e índice de valor de cobertura (IVC) para cada espécie registrada estão demonstrados no Quadro 3. As espécies mais abundantes foram: *Qualea parviflora*, *Myrcia sellowiana*, *Sclerolobium paniculatum*, *Caryocar coriaceum*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima crassa*, *Salvertia convallariaeodora* e *Davilla elliptica*, que corresponderam por 51,73%, da densidade total de indivíduos por hectare.

Em estudos de estoque de carbono realizados por Paiva, Rezende e Pereira (2011) e Rezende *et al.* (2006), para o Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, também destacam as espécies *Qualea Parviflora*, *Caryocar Brasilensis* e *Sclerolobium paniculatum* como algumas das espécies mais abundantes do estudo.

A dominância total registrada na área para os indivíduos vivos foi de 13,69 m².ha⁻¹, e para os mortos em pé, 0,45 m².ha⁻¹. As sete espécies dominantes foram: *Qualea parviflora*, *Myrcia selowiana*, *Caryocar coriaceum*, *Sclerolobium paniculatum*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima crassa* e *Salvertia convallariaeodora*, que ocuparam cerca de 59,24% da área basal total registrada no cerrado.

No levantamento realizado, as espécies foram listadas em ordem decrescente quanto ao índice de valor do indivíduo (IVI %) (Quadro 3). Observa-se que seis espécies apresentaram IVI igual ou superior a 10%, que somam 120,1%, do total geral de 295,44%. Essas espécies são: *Qualea parviflora* (32,73%), *Myrcia sellowiana* (28,03%), *Caryocar coriaceum* (18,69%), *Sclerolobium paniculatum* (15,76%), *Qualea grandiflora* (13,92%), *Byrsonima crassa* (10,99%). Nota-se que a maioria das espécies (47 espécies) apresentou IVI abaixo de 4%, correspondendo a um total de 76,03%.

Pelos resultados obtidos, pode-se afirmar que não há distribuição homogênea das espécies na área, uma vez que 15 espécies são de ocorrência rara, apresentando apenas um indivíduo, e 31 espécies têm mais de 10 indivíduos. Assim, a maior abundância registrada foi da família *vochysiaceae*, de forma que *Qualea parviflora* apresentou o maior IVI.

Esses resultados corroboram com os do levantamento realizado por Pedreira *et al.* (2011) em Porto Nacional, estado do Tocantins, em que, dentre as espécies que apresentaram os maiores valores de Índice do valor de Importância (IVI), destacaram-se o *Caryocar brasilienses*, *Qualea parviflora* e *Qualea multiflora*.

Quadro 3: Resultado da densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), índice de valor do indivíduo (IVI) e índice de valor de cobertura (IVC), para as espécies encontradas no Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, Tocantins

Espécies	DA (ind.ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² .ha ⁻¹)	DoR (%)	IVI (%)	IVC (%)
<i>Qualea parviflora</i>	189,0	14,86	2,07	14,64	32,73	29,49
<i>Myrcia sellowiana</i>	133,0	10,46	2,03	14,34	28,03	24,80
<i>Caryocar coriaceum</i>	65,0	5,11	1,41	9,99	18,69	15,10
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	72,0	5,66	1,07	7,58	15,76	13,24
<i>Qualea grandiflora</i>	62,0	4,87	0,77	5,44	13,91	10,32
<i>Byrsonima crassa</i>	49,0	3,85	0,50	3,54	10,99	7,40
<i>Salvertia convallariodora</i>	36,0	2,83	0,52	3,71	9,06	6,54
<i>Davilla elliptica</i>	52,0	4,09	0,21	1,48	8,80	5,56
<i>Byrsonima fagifolia</i>	36,0	2,83	0,30	2,14	7,49	4,97
<i>Andira cuyabensis</i>	20,0	1,57	0,47	3,35	7,08	4,92
<i>Erythroxylum suberosum</i>	40,0	3,14	0,14	1,00	7,02	4,15
<i>Eriotheca gracilipes</i>	28,0	2,20	0,27	1,92	7,00	4,12
<i>Ouatea sp.</i>	22,0	1,73	0,24	1,68	6,64	3,41
<i>Connarus suberosus</i>	35,0	2,75	0,19	1,35	6,62	4,11
<i>Vatairea macrocarpa</i>	27,0	2,12	0,37	2,65	6,57	4,77
<i>Diospyros hispida</i>	27,0	2,12	0,25	1,74	6,38	3,86
<i>Annona crassiflora.</i>	17,0	1,34	0,19	1,31	5,16	2,65
<i>Sclerolobium aureum</i>	18,0	1,42	0,21	1,49	4,71	2,91
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	15,0	1,18	0,15	1,09	4,43	2,27
<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	22,0	1,73	0,19	1,37	4,18	3,10

Continuação

<i>Psidium myrsinoides</i>	19,0	1,49	0,16	1,15	4,09	2,65
<i>kielmeyera coriacea</i>	15,0	1,18	0,05	0,38	4,08	1,56
<i>Miconia albicans</i>	24,0	1,89	0,09	0,66	3,98	2,54
<i>Emmotum nitens</i>	9,0	0,71	0,26	1,82	3,97	2,53
<i>Dimorphandra gardneriana</i>	16,0	1,26	0,08	0,54	3,95	1,79
<i>Indeterminada</i>	9,0	0,71	0,15	1,08	3,95	1,79
<i>Vochysia gardneri</i>	19,0	1,49	0,13	0,91	3,85	2,41
<i>Bondichia virgilioides</i>	9,0	0,71	0,19	1,35	3,49	2,06
<i>Anacardium occidentale</i>	9,0	0,71	0,09	0,62	3,49	1,33
<i>Acosmium dasycarpum</i>	10,0	0,79	0,05	0,33	3,27	1,11
<i>Tocoyena formosa</i>	17,0	1,34	0,06	0,42	3,20	1,76
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	11,0	0,86	0,05	0,36	3,02	1,22
<i>Lafoensia pacari</i>	12,0	0,94	0,08	0,54	2,92	1,49
<i>Syagrus comosa</i>	13,0	1,02	0,11	0,79	2,89	1,81
<i>Schefflera macrocarpa</i>	11,0	0,86	0,07	0,51	2,81	1,37
<i>Byrsonima sericea</i>	7,0	0,55	0,13	0,90	2,53	1,45
<i>Plathymenia reticulata</i>	6,0	0,47	0,10	0,74	2,29	1,21
<i>Ponteria ramiflora</i>	5,0	0,39	0,06	0,39	2,23	0,79
<i>Tabebuia ochracea</i>	9,0	0,71	0,05	0,35	2,13	1,05
<i>Hancornia speciosa</i>	8,0	0,63	0,06	0,42	2,13	1,05
<i>Tabebuia aurea</i>	5,0	0,39	0,04	0,31	1,79	0,71
<i>Salacia elliptica</i>	7,0	0,55	0,02	0,13	1,76	0,68
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	5,0	0,39	0,06	0,41	1,52	0,80
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	3,0	0,24	0,03	0,20	1,51	0,43
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	4,0	0,31	0,04	0,27	1,30	0,58
<i>Hymenaea courbaril</i>	4,0	0,31	0,09	0,62	1,30	0,94
<i>Pterodon emarginatus</i>	3,0	0,24	0,03	0,20	1,15	0,43
<i>Curatella americana</i>	4,0	0,31	0,01	0,11	1,14	0,42
<i>Dalbergia miscolobium</i>	3,0	0,24	0,02	0,15	1,11	0,39
<i>Alibertia edulis</i>	3,0	0,24	0,01	0,06	1,01	0,29
<i>Rourea induta</i>	3,0	0,24	0,01	0,05	1,00	0,28
<i>Ferdinandusa elliptica.</i>	4,0	0,31	0,04	0,30	0,97	0,61
<i>Vismia sp.</i>	4,0	0,31	0,01	0,06	0,74	0,38
<i>Pseudobombax sp.</i>	1,0	0,08	0,03	0,23	0,67	0,31
<i>Virola sebifera</i>	2,0	0,16	0,01	0,08	0,59	0,23
<i>Parkia platycephala</i>	1,0	0,08	0,02	0,14	0,57	0,21
<i>Tabebuia serratifolia</i>	1,0	0,08	0,02	0,11	0,55	0,19
<i>Maprounea guianensis</i>	1,0	0,08	0,01	0,10	0,54	0,18
<i>Byrsonima sp.</i>	1,0	0,08	0,01	0,09	0,53	0,17
<i>Himatantbus obovatus</i>	1,0	0,08	0,01	0,09	0,52	0,16
<i>Roupala montana</i>	1,0	0,08	0,01	0,05	0,49	0,13
<i>Myrcia multiflora</i>	1,0	0,08	0,01	0,04	0,48	0,12
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	1,0	0,08	0,01	0,04	0,48	0,12
<i>Solanum lycocarpum</i>	1,0	0,08	0,00	0,03	0,47	0,11
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1,0	0,08	0,00	0,03	0,47	0,11
<i>Casearia sylvestris</i>	1,0	0,08	0,00	0,02	0,46	0,10
<i>Neea theifera</i>	1,0	0,08	0,00	0,02	0,46	0,10
<i>Senna cana</i>	1,0	0,08	0,00	0,01	0,45	0,09

Continuação

<i>Tapirira guianensis</i>	1,0	0,08	0,00	0,01	0,45	0,09
Total	1272	100	13,69	-	-	-

Fonte: elaborado pela autora.

3.3.2 Estoque de carbono acima do solo

O total da biomassa aérea para os indivíduos lenhosos arbóreos-arbustivos com $Db > 5$ cm, no cerrado *sensu stricto*, foi de 61,69 t.ha⁻¹, e o estoque de carbono total foi de 15,96 t.ha⁻¹, sendo 15,48 t.ha⁻¹ para as árvores vivas e 0,48 t.ha⁻¹ para as árvores mortas em pé.

Os valores de biomassa e carbono presentes na serrapilheira foram 15,32 t.ha⁻¹ e 7,81 t.ha⁻¹, respectivamente. Portanto, o estoque de carbono total acima do solo estimado para o cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, considerando árvores vivas e mortas em pé e serrapilheira, foi de 23,77 t.ha⁻¹.

Em comparação aos resultados encontrados para serrapilheira, Paiva, Rezende e Pereira (2011), no Cerrado *sensu stricto* de Brasília, observaram valores para o estoque de carbono entre 2,32 t.ha⁻¹ e 3,62 t.ha⁻¹. No entanto, quando comparado a outros ecossistemas florestais, o estoque de carbono da serrapilheira contida no Cerrado *sensu stricto* estudado (7,81 t.ha⁻¹) foi inferior aos valores encontrados por Fearnside (1994) na Amazônia, onde o estoque médio de carbono na serrapilheira foi de 10,31 t.ha⁻¹.

Quadro 4: Resultados da densidade absoluta (DA) e da estimativa do estoque de carbono total (EC), por espécie e por indivíduo vivos e mortos em pé, obtidos no Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, Tocantins

Espécies	DA(ind.ha ⁻¹)	EC total(t.ha ⁻¹)	EC ind (t.ha ⁻¹)
<i>Qualea parviflora</i>	189	2,51	0,0132
<i>Myrcia sellowiana</i>	133	2,24	0,0168
<i>Caryocar coriaceum</i>	72	1,75	0,0243
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	65	1,78	0,0273
<i>Qualea grandiflora</i>	62	0,71	0,0114
<i>Byrsonima crassa</i>	52	0,10	0,0019
<i>Salvertia convallariodora</i>	49	0,52	0,0106
<i>Davilla elliptica</i>	40	0,05	0,0012
<i>Byrsonima fagifolia</i>	36	0,27	0,0075
<i>Andira cuyabensis</i>	36	0,58	0,0161
<i>Erythroxylum suberosum</i>	35	0,13	0,0037
<i>Eriotheca gracilipes</i>	28	0,32	0,0114
<i>Oouratea sp.</i>	27	0,19	0,0070
<i>Connarus suberosus</i>	27	0,50	0,0185

Continuação

<i>Vatairea macrocarpa</i>	24	0,05	0,0020
<i>Diospyros hispida</i>	22	0,18	0,0081
<i>Annona crassiflora.</i>	22	0,16	0,0072
<i>Sclerolobium aureum</i>	20	0,64	0,0320
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	19	0,13	0,0068
<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	19	0,15	0,0079
<i>Psidium myrsinoides</i>	18	0,27	0,0150
<i>kielmeyera coriacea</i>	17	0,20	0,0118
<i>Miconia albicans</i>	17	0,03	0,0018
<i>Emmotum nitens</i>	16	0,04	0,0025
<i>Dimorphandra gardneriana</i>	15	0,16	0,0107
<i>Indeterminada</i>	15	0,03	0,0020
<i>Vochysia gardneri</i>	13	0,04	0,0031
<i>Bondichia virgilioides</i>	12	0,07	0,0058
<i>Anacardium occidentale</i>	11	0,03	0,0027
<i>Acosmium dasycarpum</i>	11	0,07	0,0064
<i>Tocoyena formosa</i>	10	0,04	0,0040
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	9	0,09	0,0100
<i>Lafoensia pacari</i>	9	0,33	0,0367
<i>Syagrus comosa</i>	9	0,44	0,0489
<i>Schefflera macrocarpa</i>	9	0,15	0,0167
<i>Byrsonima sericea</i>	9	0,04	0,0044
<i>Plathymania reticulata</i>	8	0,05	0,0063
<i>Pouteria ramiflora</i>	7	0,16	0,0229
<i>Tabebuia ochracea</i>	7	0,01	0,0014
<i>Hancornia speciosa</i>	6	0,12	0,0200
<i>Tabebuia aurea</i>	5	0,04	0,0080
<i>Salacia elliptica</i>	5	0,06	0,0120
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	5	0,04	0,0080
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	4	0,01	0,0025
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	4	0,05	0,0125
<i>Hymenaea courbaril</i>	4	0,15	0,0375
<i>Pterodon emarginatus</i>	4	0,05	0,0125
<i>Curatella americana</i>	4	0,01	0,0025
<i>Dalbergia miscolobium</i>	3	0	0
<i>Alibertia edulis</i>	3	0,04	0,0133
<i>Rourea induta</i>	3	0,02	0,0067
<i>Ferdinandusa elliptica.</i>	3	0,03	0,0100
<i>Vismia sp.</i>	3	0	0
<i>Pseudobombax sp.</i>	2	0,01	0,0050
<i>Virola sebifera</i>	1	0	0
<i>Parkia platycephala</i>	1	0,01	0,0100
<i>Tabebuia serratifolia</i>	1	0	0
<i>Maprounea guianensis</i>	1	0	0

Continuação

<i>Byrsonima sp.</i>	1	0,01	0,0100
<i>Himatantbus obovatus</i>	1	0,02	0,0200
<i>Roupala montana</i>	1	0	0
<i>Myrcia multiflora</i>	1	0	0
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	1	0,03	0,0300
<i>Solanum lycocarpum</i>	1	0,03	0,0300
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	0,01	0,0100
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0	0
<i>Neea theifera</i>	1	0	0
<i>Senna cana</i>	1	0,02	0,0200
<i>Tapirira guianensis</i>	1	0	0
TOTAL (sem serrapilheira)	1.272	15,97	0,7290

Fonte: elaborado pela autora.

Valores inferiores aos encontrados neste estudo foram relatados por Paiva, Rezende e Pereira (2011), para o Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, que registraram os valores de 10,92 a 13,43 t.ha⁻¹ de estoque de carbono acima do solo, considerando tronco, galhos e serrapilheira.

Rezende e Felfili (2004) realizaram estimativas do estoque de carbono acima do solo de plantas lenhosas para o Cerrado do Brasil Central e encontraram valores entre 3,71 t.ha⁻¹ em Patrocínio (MG) e 13,27 t.ha⁻¹ em Alvorada do Norte (GO). Rezende *et al.* (2006), também para o Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, encontraram o valor de 4,93 t.ha⁻¹.

Embora Castro (1994) saliente que, no Cerrado *sensu stricto*, a biomassa acima do solo estoque quantidades bem menores de carbono do que nos demais componentes do ecossistema (raízes e solos), a sua presença é importante para a manutenção do fluxo de carbono no ecossistema e para a manutenção da vida de diversas espécies.

No entanto, Oliveira (2014) observou, em Cerrado *sensu stricto* alagável, no Parque Estadual do Cantão no Tocantins, 83,27 t.ha⁻¹ de carbono estocado, e Souza (2013), 63,29 t.ha⁻¹ para o estoque de carbono das espécies arbóreas de uma quadra residencial na cidade de Palmas, Tocantins.

Os resultados de estoque de carbono encontrados nestes estudos realizados no Tocantins demonstraram valores superiores quando comparados a estudos em Cerrado *sensu stricto* do Brasil, comprovando a necessidade de proteção dessas áreas e de ampliar o conhecimento da biodiversidade existente.

Estudos realizados em outras vegetações mostram resultados bastante significativos quanto ao estoque de carbono. Na floresta Amazônica, vários estudos sobre estoque de

carbono foram realizados como, por exemplo, Salati (1994), que encontrou 380 t.ha⁻¹ de carbono total, e 185 t.ha⁻¹ eram referentes à matéria viva acima do solo, que incluiu folhas, galhos e troncos. Higuchi e Carvalho Jr. (1994) também avaliaram o estoque de carbono acima do solo na floresta Amazônica, encontrando 177t.ha⁻¹ provenientes da matéria viva (folhas, galhos e troncos).

Nas florestas de Miombo, na África, Williams *et al.* (2008) estimaram que o estoque médio de carbono na camada superficial do solo a uma profundidade de 0,3 m (100 tC.ha) é maior do que o estoque de carbono contido nos troncos e nos ramos das árvores (19 tC.ha). Enfatizam também que essas florestas têm menos carbono lenhoso armazenado por hectare do que as florestas úmidas, porém, como cobrem áreas muito extensas, sua contribuição global é considerada grande.

O estudo realizado por Machado (2005) relata o estoque de carbono em diferentes vegetações no mundo, como a Floresta Tropical, que em área de 17,6x10⁸ ha estoca 212 Gt de carbono, e as Savanas Tropicais, que em área de 22,8x10⁸ ha estocam 66 Gt de carbono (1Gt = 1.000.000.000t), confirmando a eficiência das vegetações florestais no processo de estocagem de carbono.

Conforme pode ser visualizado no Quadro 4 e Figura 12, as cinco espécies com maiores densidades absolutas (DA) – *Qualea parviflora*, *Myrcia sellowiana*, *Caryocar coriaceum*, *Sclerolobium paniculatum* e *Qualea grandiflora* – foram as que apresentaram maior estoque de carbono por indivíduo e, juntas, contribuíram com 77,64% do estoque de carbono total. Os resultados encontrados mostram que, mesmo a área de estudo apresentando uma alta diversidade de espécies arbóreas, poucas espécies constituem as maiores populações e contribuem para a maior parte do carbono fixado no Cerrado *sensu stricto* estudado.

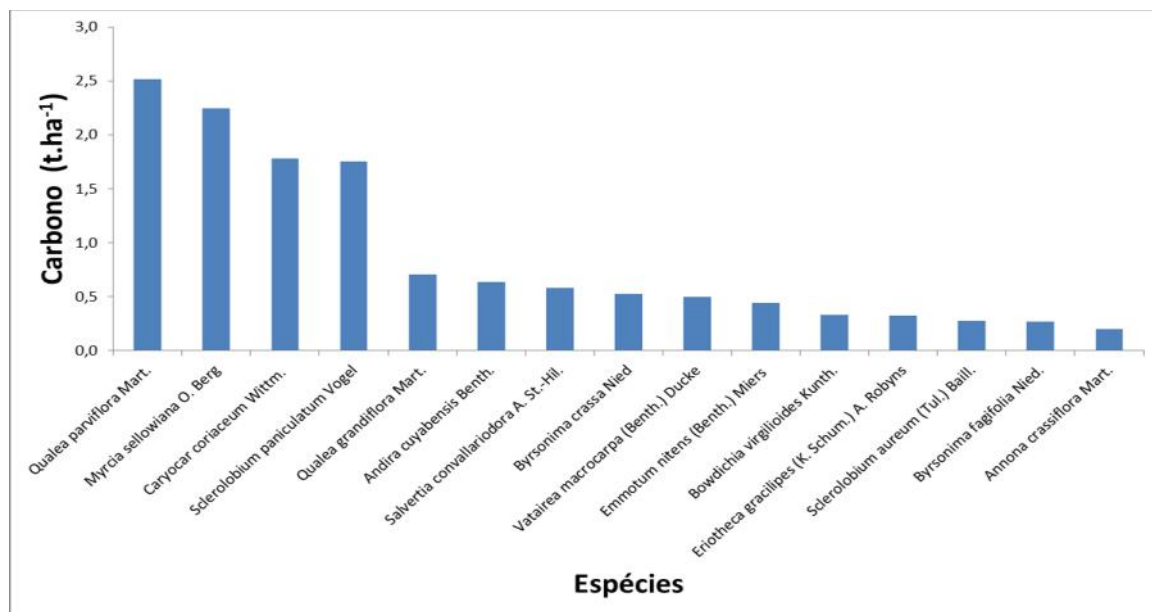


Figura 12: Estoque de carbono das espécies mais representativas do Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, Tocantins

Fonte: elaborado pela autora.

No Quadro 5 e Figura 13, está ilustrado o estoque de carbono por classe de diâmetro de base, considerando as árvores vivas e mortas em pé. Observou-se um menor percentual de estoque de carbono, na menor classe de diâmetro (5 a 9,99 cm), mesmo essa classe apresentando o maior número de indivíduos amostrados. Os maiores resultados para o estoque de carbono foram constatados nas classes de diâmetro de 10 a 14,99, 15 a 19,99 e 25 ou mais, com maiores diâmetros, porém em menor quantidade. Isso pode ser atribuído em parte devido às espécies dominantes, como a *Qualea parviflora*, *Caryocar coriaceum* e *Myrcia sellowiana* apresentarem portes mais robustos em estágios avançados do desenvolvimento, ou seja, mais velhas.

Quadro 5: Estoque de carbono das árvores vivas e mortas em pé em função das classes de diâmetro e número de indivíduos no Cerrado *sensu stricto* de Palmas, Tocantins

Classe de diâmetro (cm)	Nº Ind	TC.ha ⁻¹
5 - 9,99	763	1,955
10 -14,99	299	3,567
15 - 19,99	122	3,533
20 - 24,99	51	2,573
25 ou mais	37	4,334
Total	1.272	15,96

Fonte: elaborado pela autora.

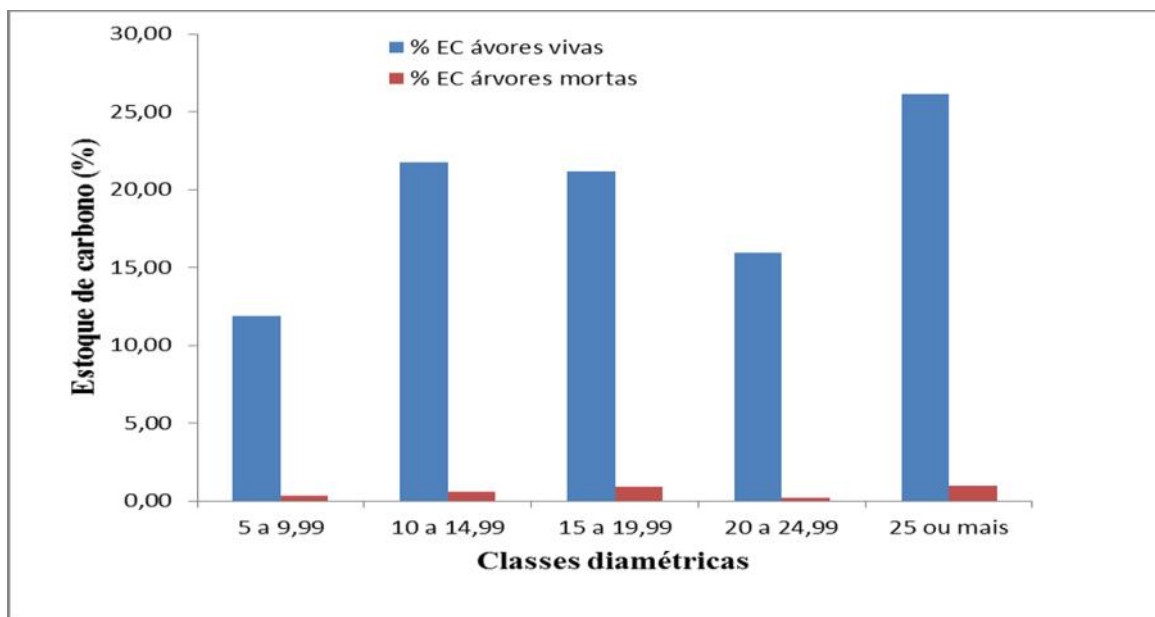


Figura 13: Porcentagem do estoque de carbono das árvores vivas e mortas em pé em função das classes de diâmetro de base, no Cerrado *sensu stricto* de Palmas, Tocantins
Fonte: elaborado pela autora.

Comparando as características gerais das 10 parcelas experimentais estudadas em Palmas, conforme apresentado no Quadro 6, foram avaliados 1.272 indivíduos com Db > 5 cm, com média geral de, 12.720 árvores por hectare. No que se refere a número de árvores por hectare, as parcelas 3, 5, 8 e 10 ficaram acima da média geral, enquanto as parcelas 1, 2, 4, 6, 7 e 9 ficaram abaixo da média.

A amplitude média do diâmetro de base foi de 29,47 cm, porém as parcelas 3, 7, 9 e 10 obtiveram maior variação, com 38,39, 33,76, 42,68 e 34,39 cm, respectivamente, as quais superaram a média geral.

A altura média das árvores de todas as parcelas foi de 4,51m, e as maiores alturas foram observadas nas parcelas 3, 4, 9 e 10. Percebe-se que as parcelas com árvores mais altas, também tiveram médias mais elevadas de diâmetro de base.

Quadro 6: Características da vegetação das parcelas experimentais

CARACTERÍSTICAS	PARCELAS										MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nº indivíduos.ha ⁻¹	910	1190	1930	950	1680	950	1010	1410	1120	1570	1272
Amplitude Db (cm)	25,48	29,11	38,39	28,03	24,68	21,02	33,76	17,2	42,68	34,39	29,474
Média Db (cm)	8,68	10	10,78	11,48	10,21	9,84	9,83	9,76	12,55	10,96	10,409
Altura média das árvores (m)	3,32	4,32	5,05	5,13	4,60	4,51	3,73	4,16	5,26	5,08	4,516
Estoque de carbono (t.ha ⁻¹)	0,51	1,59	2,47	1,46	1,81	0,91	1,38	1,05	2,26	2,53	1,597
Estoque de carbono/árvore (kg)	5,62	13,34	12,78	15,4	10,76	9,54	13,64	7,44	20,21	16,11	12,484

Fonte: elaborado pela autora.

Levando em consideração que o Estoque de carbono é a soma de pequenas contribuições de carbono de cada espécie dentro da parcela, pode ser observado no Quadro 6 e Figura 14, que as parcelas que apresentaram maiores estoques de carbono foram: a 10, a 3, a 9 e a 5. Vale ressaltar que nos teste de médias entre as parcelas (teste t), foi verificado que não houve diferença significativa entre as parcelas para o estoque de carbono. Isto foi devido a alta variância dentro de cada parcela e essa variância vem da diversidade de espécies.

Neste estudo nem sempre as parcelas com maior número de indivíduos foram as que tiveram melhores resultados de estoque de carbono. Esses resultados podem refletir a melhor eficiência de algumas espécies na absorção de carbono em relação a outras, como por exemplo as espécies *Qualea parviflora*, *Myrcia sellowiana* e *Caryocar coriaceum* que foram as espécies mais abundantes no estudo e as mais representativas nestas parcelas.

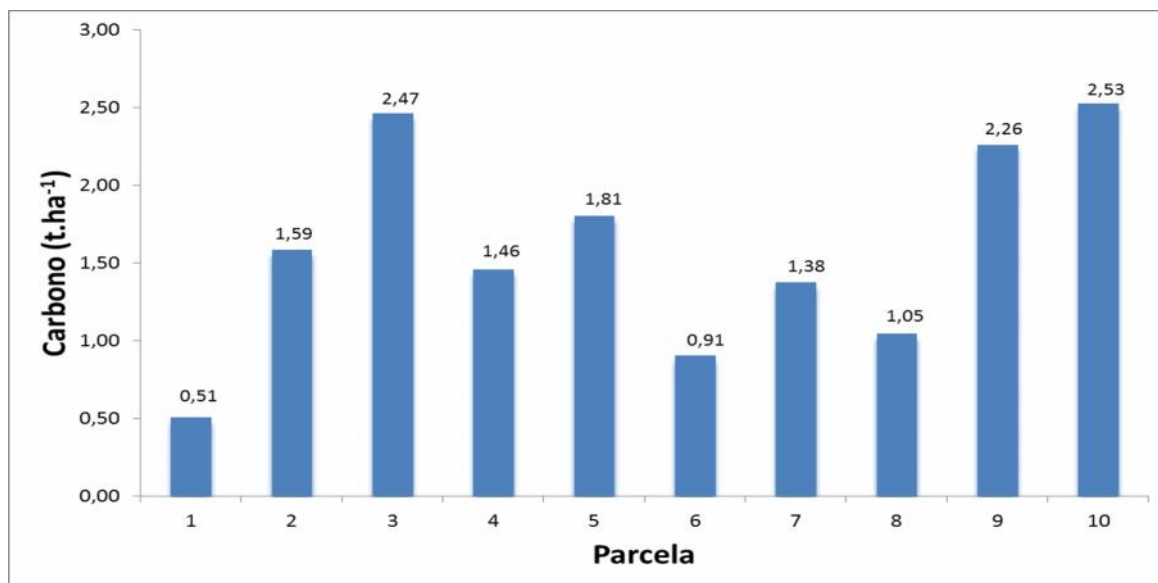


Figura 14: Quantidade de estoque de carbono por parcela experimental no município de Palmas, Tocantins
Fonte: elaborado pela autora.

No quadro 7, esta representado o teste de médias para as cinco áreas onde as 10 parcelas foram distribuídas. Observa-se que a área da APA Serra do Lajeado foi a mais expressiva com relação ao estoque de carbono por indivíduo, não tendo diferença significativa apenas com a área da reserva da UFT. Isto era esperado, devido ao estado de conservação da área, e por apresentar indivíduos com maiores alturas e diâmetros de base em média.

Quadro 7: Teste de Tukey das áreas onde as parcelas experimentais estão distribuídas

Áreas	Médias	Comparações 5%
APA Serra Lajeado	17,65	A
Reserva UFT	12,83	AB
Parque Estadual Lajeado	11,69	B
Parque Cesamar	9,99	B
Reserva Aeroporto	9,98	B

Teste Tukey a 5%

Fonte: elaborado pela autora.

A área total do município de Palmas é de 246.525 ha (2.465,25 km²), e a extensão ocupada pelo Cerrado *sensu stricto* no período de 2008/2009 era de 90.896 ha (908,96 km²) (SEPLAN, 2009), o equivalente a 33% da área global do município.

Ao observar o resultado estimado neste estudo para o estoque de carbono acima do solo (23,78 tC.ha⁻¹) e extrapolando-o para a área existente de Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas, verifica-se que essa fitofisionomia é responsável pelo estoque de 2.158.780 tC/ano,

o que é considerado expressivo para o município, para o Estado e para o Bioma Cerrado, frente ao efeito das mudanças climáticas regionais.

Levando em consideração que não foram estimados os estoques de todos os componentes do sistema florestal e considerando o fato de que a maior parte da biomassa dos Cerrados encontrar-se nas raízes, é importante salientar o grande potencial de sumidouro de carbono que esse bioma possui, devido à sua capacidade de crescimento e regeneração, conforme foi observado em algumas parcelas estudadas, com a presença significativa de plantas jovens em desenvolvimento. Nesse sentido, é importante continuar realizando medições frequentes nas parcelas experimentais.

3.4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas foi estimado em 23,78 tC.ha⁻¹ provenientes das árvores vivas, mortas em pé e da serrapilheira, o que demonstra um volume considerável de estoque de carbono acima do solo para as espécies arbóreo-arbustivas.

Quanto às classes de diâmetros avaliadas, para o Cerrado *sensu stricto* estudado, grande parte do estoque de carbono contido na vegetação lenhosa refere-se a indivíduos com troncos a partir de 10 cm, dando ênfase aos valores de estoque de carbono com troncos acima de 25 cm diâmetro.

Com relação ao IVI, percebe-se que não há distribuição homogênea das espécies no Cerrado *sensu stricto* de Palmas, sendo registrado um considerável número de espécies de ocorrência rara apresentando apenas um indivíduo. Quanto à abundância, o maior registro foi para a família *vochysiaceae*, sendo a espécie *Qualea parviflora* a de maior IVI, corroborando com outros estudos em Cerrado *sensu stricto* no Tocantins e no Brasil.

A área de Preservação da Serra do Lajeado apresentou o maior estoque de carbono por indivíduo bem como os indivíduos mais altos e maior diâmetro de base, indicando melhor estado de conservação.

A área total ocupada pelo Cerrado *sensu stricto* no município de Palmas é responsável pelo estoque de aproximadamente 2.158.780 tC.ha⁻¹ano, o que é considerado expressivo para o município de Palmas, Tocantins, e para o Bioma Cerrado, frente ao efeito das mudanças climáticas regionais.

Esses resultados demonstram a considerável capacidade de estoque de carbono dessa fitofisionomia estudada, que pode contribuir significativamente com a redução do efeito das mudanças climáticas por meio da contenção do desmatamento no Estado. Nesse sentido, tornam-se relevantes os esforços para a conservação das áreas nativas do Cerrado e para a melhoria dos processos de criação e proteção das unidades de conservação no estado do Tocantins.

O conhecimento da dinâmica interna do carbono no Bioma Cerrado ainda é bastante incipiente, mesmo com o avanço dos estudos dos últimos anos. Existem ainda questionamentos sobre a variação do estoque de carbono e da intensidade de fluxos com as fitofisionomias, tipo e gradientes de solo e do clima. Diante disso, a intensificação e a concentração das pesquisas sobre os diferentes processos dos ecossistemas tornam-se primordiais para a compreensão do ciclo de carbono nos ecossistemas terrestres. Sendo assim, quanto mais se avança no conhecimento nessa área, maior a necessidade de consciência sobre a importância da preservação desses ecossistemas e dos seus serviços ambientais.

3.5 REFERÊNCIAS

ABDALA, G. C. *et al.* **Above a belowground organic matter and root: shoot ratio in a Cerrado in Central Brazil.** v. 2, n. 1. São Paulo: **Brasilian Journal of Ecology**, 1998.

APG III. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants:** APG III. London: Botanical Journal of the Linnean Society, 2009

BRASIL. **Lei n. 1.917, de 17 de abril de 2008.** Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=118251>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

BRASIL. **Lei n. 1182, de 13 de maio de 2003.** Dispõe sobre a Política Municipal de Mudanças Climáticas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=118251>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

CASTRO, A. A. J. F. **Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994.

CASTRO, E. A. **Biomass, nutrient pools and response to fire in the Brazilian Cerrado**. (MS Thesis). Corvallis: Oregon States University, 1996.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. **Ecosystem structure in the Brazilian cerrado**: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. v. 14. Cambridge: Journal of Tropical Ecology, 1998.

CORREIA, A.; *et al.* **O sequestro de carbono em ecossistemas de pinhal manso no sul de Portugal**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia/ Departamento de Engenharia Florestal, AFLOPS – Associação de produtores florestais, 2006.

FBMC. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Fontes de Emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE)** – módulo 2. Rio de Janeiro: FBMC/UFRJ, 2010a.

FBMC. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.. **Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas Globais** – Modulo 4. Rio de Janeiro: FBMC/UFRJ, 2010c.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: **Seminário emissão x sequestro de CO₂**: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, 1994, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CVRD/FBDS, 1994.

FELFILI, J. M. Distribuição dos diâmetros de quatro áreas de cerrado sensu stricto na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. In: FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado**: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2001.

FELFILI, J. M. *et al.*. Comparação do cerrado (sensu stricto) nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: LEITE, L. L.; SAITO, T. H. (Eds.). **Anais Congresso de Ecologia do Brasil**. Brasília: UNB, Departamento de Ecologia, 1997.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. v. 5, n. 1. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Comunicações Técnicas Florestais, 2003.

FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. **Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF**. v. 2, n. 1-2. Brasília: Acta Botânica Brasília, 1988.

HADDAD, M. H. S. **Análise dos mecanismos REDD+ e seus benefícios no Brasil**: um estudo de caso na Ilha do Marajó – PA, Brasil. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: **Seminário Emissão x Seqüestro de CO₂** - uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CVRD, 2004.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry**. PENMAN, J.; GYTARSKY, M.; HIRAISHI, T.; KRUG, T.; KRUGER, D.; PIPATTI, R.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K.; WAGNER, F. (Ed.). Kanagawa, Japão: IGES, 2003.

IPCC. **IPCC WG1 Fourth assessment Report**. Paris: Intergovernmental Panel on Climate Change 2007.

LINDNER, M., KARJALAINEN, T. **Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe**: a short review of recent progress. Europe: European Journal of Forest Research 126, 2007.

MACHADO, P. L. O. De A. **Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global**. Quim. Nova, Vol.28, Nº. 2. São Paulo. Marc./Abril. 2005.

MORI, S. A.; MATTOS-SILVA, L. A.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico**. 2. ed. Ilhéus: CEPLAC, 1985.

OLIVEIRA, B. G. **Estimativa da biomassa e estoque de carbono em cerrado alagável no parque estadual do Cantão, Estado do Tocantins**. Trabalho de conclusão de curso. Palmas: Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Curso de engenharia ambiental, 2014.

PAIVA, A. O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. **Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal**. v. 35, n. 3. Viçosa: Revista Árvore, 2011.

PEDREIRA, F.R.B.; ALVES, L.R.; LOLIS, S DE F.; VIANA, R. H. O. **Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas em uma área de cerrado *sensu stricto* no município de Porto Nacional, TO**. v. 4, n. 1. Porto Nacional: Gl. Sci. Technol., 2011.

REZENDE, A. V.; FELFILI, J. M. **Avaliação do estoque de carbono do cerrado *sensu stricto* do Brasil Central**. v. 6, n. 2. Brasília: Comunicações Técnicas Florestais, 2004.

REZENDE, A. V.; VALE, A.T. do; SANQUETA, C. R.; FILHO, A. F.; FELFILI, J. M.. **Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF**. n. 71. Brasília: Cientia Forestalis, 2006.

REZENDE, D.; MERLIN, S. **Biodiversidade e carbono social**. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro. Edições Afrontamento. Portugal: Biologicando 4, 2009.

REZENDE, D.; MERLIN, S. **Carbono Social**: Agregando valores ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Instituto Ecológica, 2003.

SALATI, E. Emissão x seqüestro de CO – Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: **Seminário emissão x sequestro CO** – Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CVRD, 1994.

SANTOS, A. J. B. **Fluxos de carbono, energia e água em vegetação de campo sujo**. Tese (mestrado). Brasília: Universidade de Brasília, 1998.

SEMADES. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. NATURATINS. Instituto Natureza do Tocantins. **Relatório de sustentabilidade, 2010, 2011, 2012**. Palmas: SEMADES/NATURATINS, 2012.

SEPLAN. **Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins**: Regiões Fitoecológicas do Tocantins. Palmas, Tocantins: Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Tocantins, 2009.

SOUZA, J. A. **Estimativa do estoque de carbono de espécies arbóreas, de uma quadra residencial do plano diretor de Palmas-TO**. Trabalho de conclusão de curso. Palmas: Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Curso de engenharia ambiental, 2013.

TOCANTINS. **Governo do Estado do Tocantins**. 2012. Disponível em: <<http://portal.to.gov.br>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETA, C. R.; SCUNACHER, M. V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETA, C.R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: IPEF, 2002.

WILLIAMS, M.; RYAN, C. M.; REES, R. M.; SAMBANE, E.; FERNANDO, J. E.; GRAÇA, J. **Carbon sequestration and biodiversity of re-growing Miombo woodlands in Mozambique**. Europe: Forest Ecology and Management, 2008.

4 CONCLUSÃO GERAL

O Cerrado brasileiro está entre os biomas de maior diversidade florística do planeta, listado como um dos 25 hotspot mundiais para a conservação da biodiversidade, sendo um dos mais ricos e também um dos mais ameaçados. As perturbações na flora local de áreas de Cerrado, em consequência da antropização, podem ser evidenciadas pelas mudanças florísticas e fitossociológicas das áreas alteradas, principalmente quando comparadas com áreas similares conservadas.

Pela densidade expressiva apresentada, o Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas pode ser considerado uma região com alta riqueza e diversidade de espécies representativas do Bioma Cerrado, podendo estar diretamente associada à estrutura da vegetação, cujos valores de diversidade sugerem uma elevada heterogeneidade e baixa dominância ecológica.

A composição florística da área estudada é comparável à das formações savânicas que predominam no Brasil Central, compondo o Bioma Cerrado. A flora, em grande parte com aparência xeromórfica, é influenciada pelo clima e pelas queimadas sazonais. Tendo em vista a drástica redução da vegetação natural de cerrado em decorrência do avanço da expansão agropecuária e devido à densidade e à diversidade encontrada na área de estudo, propõe-se que o Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas possa servir de referência da flora para incentivo a novos estudos, para subsidiar a execução de ações para a conservação de áreas e criação de unidades de conservação no estado do Tocantins.

Os resultados obtidos para o estoque de carbono acima do solo para as espécies arbóreo-arbustivas, provenientes das árvores vivas, mortas em pé e da serrapilheira do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas, são considerados expressivos quando comparados aos valores obtidos no Cerrado em outras regiões do Brasil, comprovando a relevante necessidade de proteção dessas áreas e de ampliar o conhecimento da biodiversidade existente.

É conveniente ressaltar que grande parte do estoque de carbono contido na vegetação lenhosa refere-se a indivíduos com troncos a partir de 10 cm, enfatizando o estoque de carbono para os troncos acima de 25 cm diâmetro, ou seja, em vegetação já estabelecida.

Mesmo com os avanços dos últimos anos, dúvidas e questionamentos sobre a variação do estoque de carbono e intensidade de fluxos nas fitofisionomias do Bioma Cerrado e em outros tipos de vegetação ainda são expressivos. Dessa forma, se os estudos, a conservação e a utilização da biodiversidade puderem ser associados ao sequestro e ao estoque de carbono,

isso representará um avanço para a conservação da biodiversidade e para o combate às mudanças climáticas.

Os resultados encontrados neste estudo abordando riqueza, diversidade florística e estoque de carbono do Cerrado *sensu stricto* do município de Palmas demonstram grande importância para o processo de conservação das áreas estudadas e para o desenvolvimento e implementação das políticas de conservação, de sustentabilidade e mudanças climáticas no estado do Tocantins.

ANEXOS

**ANEXO 1 – QUADRO COM RESULTADO DOS PARAMENTROS ANALISADOS
POR PARCELA EXPERIMENTAL NO CERRADO SENSU STRICTO EM
PALMAS, TOCANTINS, JULHO DE 2014**

Parcelas	Áreas	NF	Nsp	Ni	Ni.ha⁻¹	H'	J'
1	Parque Cesamar	15	21	91	910	2,60	0,8540
2	Parque Cesamar	16	26	119	1190	2,84	0,8717
3	Reserva da UFT	19	31	193	1930	2,93	0,8532
4	Parque Estadual Lajeado	11	19	95	950	2,40	0,8151
5	Parque Estadual Lajeado	22	34	168	1680	2,63	0,7458
6	Parque Estadual Lajeado	15	25	95	950	2,80	0,8699
7	Reserva Aeroporto	16	28	101	1010	2,86	0,8583
8	Reserva Aeroporto	23	34	141	1410	2,98	0,8451
9	APA Serra Lajeado	18	28	112	1120	2,85	0,8553
10	APA Serra Lajeado	21	32	157	1570	2,86	0,8252
Total		33	68	1.272	12.720	-	-

**ANEXO 2 – IMAGENS DO TRABALHO DE CAMPO PARA COLETA DE DADOS
NO CERRADO *SENSU STRICTO* NO MUNICÍPIO DE PALMAS, JUNHO DE
2014**



Figura 1: Georrefenciamento e delimitação das parcelas experimentais, Palmas, julho de 2013

Foto: Antonio Carlos (2013).



Figura 2: Coleta de dados da altura da vegetação com regua telescópica graduada, Palmas, julho de 2013

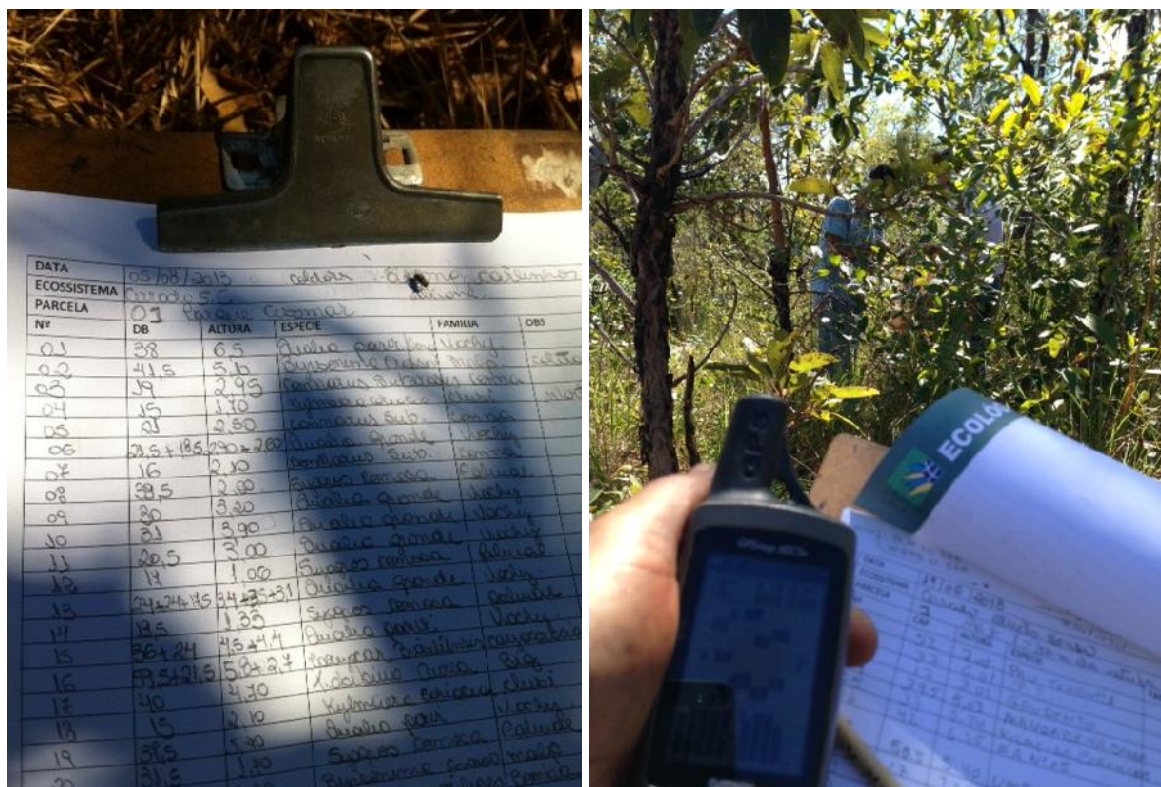
Foto: Eliana Pareja (2013).



Figura 3: Coleta do diâmetro de base da vegetação a 30 cm do solo com fita métrica, Palmas, julho de 2013
Foto: Antonio Carlos, (2013).



Figura 4: Coleta da serrapilheira nas parcelas, Palmas, julho de 2013
Foto: Eliana Pareja (2013).



Figuras 5: Planilhas de campo com dados coletados, Palmas, julho de 2013

Fonte: Eliana Pareja (2013).